الأحياء

(المجهرية -الدقيقة –البيئية- الاجتماعية)

الدكتورة
لمياء محمود مرسي

دار العلم والإيمان للنشر والتوزيع
دار الجديد للنشر والتوزيع

مرسي ، لمياء محمود .

٥٧٤.٢٥
م . ل

الدليل في الأحياء: الأحياء (المجهرية – الدقيقة – البيئية لاجتماعية) / لمياء محمود مرسي .- ط١.- دسوق: دار العلم والإيمان للنشر والتوزيع، دار الجديد للنشر والتوزيع .

٢٦٠ ص ؛ ١٧.٥ × ٢٤.٥سم .

تدمك : ٩٧٨ – ٩٧٧ – ٣٠٨ – ٦٢٥ - ١

١. الأحياء ، علم وأدلة
أ - العنوان .

رقم الإيداع : ٢٨٠١٧ .

الناشر : دار العلم والإيمان للنشر والتوزيع
دسوق - شارع الشركات- ميدان المحطة – بجوار البنك الأهلي المركز
هاتف- فاكس : ٠٠٢٠٤٧٢٥٥٠٣٤١ محمول : ٠٠٢٠١٢٧٧٥٥٤٧٢٥-٠٠٢٠١٢٨٥٩٣٢٥٥٣
E-mail: elelm_aleman٢٠١٦@hotmail.com & elelm_aleman@yahoo.com

الناشر : دار الجديد للنشر والتوزيع
تجزءة عزوز عبد الله رقم ٧١ زرالدة الجزائر
هاتف : ٢٤٣٠٨٢٧٨ (٠) ٠٠٢٠١٣
محمول ٦٦١٦٢٣٧٩٧ (٠) ٠٠٢٠١٣ & ٧٧٢١٣٦٣٧٧ (٠) ٠٠٢٠١٣
E-mail: dar_eldjadid@hotmail.com

٢٠١٩

الفهرس

الفصل الأول
لمحة تاريخية عن تطور علم الأحياء الدقيقة

يبلغ الحد الأقصى لتكبير المجهر الضوئي ٣٠٠٠ مرة ويستخدم لتمييز دقائق لا تزيد عن ٠.١ – ٠.٢ ميكرون.

يبلغ الحد الأقصى لتكبير المجهر الإلكتروني ١٥٠.٠٠٠ مرة ويستخدم لتمييز دقائق لاش تزيد عن ١٥ نانومتر.

أبقراط : أشار إلى أن أسباب الأمراض موجودة في الهواء.

فراكامترو: قال أن العدوى تنتقل من شخص لآخر عن طريق التلامس.

ليفنهوك: أول من شاهد الأحياء الدقيقة وهو أول من اختراع المجهر ونشأت بعده مدرستان.

حيث أشار أنصاره إلى أن البكتريا توجد دائما في البيئة وعندما تصل إلى المستخلصات العضوية وتجد ظروف مناسبة تنمو.

ويقال أيضا أن البكتريا تتكون تلقائيا من مواد غير حية موجودة في السوائل (نظرية التوالد الذاتي أو التلقائي).

باستور : إن التوالد الذاتي في وسط قابل للتخمر ما هو إلا خدعة وأن الخمائر أو الأنزيمات في السائل تنتجها أحياء دقيقة موجودة فيه وتصل إليه من الهواء.

بين دور الأحياء الدقيقة في إحداث الأمراض :

لكل نموذج من التخمر مسبب من الكائنات الدقيقة واتضح أن السكر يتحول إلى حمض لبن بفعل البكتريا الخاصة بحمض اللبن وقام باستور بدراسة مرض دودة الحرير وبرهن أن مسبب المرض هو طفيلي قابل للانتقال.

كما قام بدراسات على أمراض النبيذ والبيرة والخل.

وهو أول من استعمل الأتوكلاف في التعقيم وابتكر عملية البسترة

❖ يعتبر باستور الأب الحقيقي لعلم الأحياء الدقيقة.

أجرى باستور دراسات على أمراض الكوليرا والجمرة الخبيثة والكَلَب

بيركلي : إن مرض لفحة البطاطا ينتج من الإصابة بنوع من الفطريات.

Erwim Smith : أوضح دور البكتريا في إحداث مرض تبقع الأجاص.

روبرت كوخ : وضح بعض الشروط كأسس لتشخيص الأمراض التي تسببها الأحياء الدقيقة.

أجرى سلسلة من التجارب بين فيها ما يدعى بالتخصص الحيوي للعامل المرضي.

دور البكتريا كمسبب لمرض الجمرة الخبيثة.

مدرسة كوخ : ركزت على التكنيك البكتريولوجي مثل عمليات العزل والزراعة ودراسة الخواص النوعية للأمراض المعدية.

مدرسة باستور : توجهت نحو مشاكل أكثر حساسية وتعقيدا مثل التحليل التجريبي للإصابة والأضرار الناتجة عنها ، وموضوع المناعة.

J.Lister : جراح انكليزي شجعته دراسات باستور على تطبيق عملية التعقيم على الأدوات المستخدمة في الجراحة.

واستعمال المطهرات الواقية لتعقيم الهواء مما خفض بشكل كبير معدل الإصابة والتعفن.

ليتسون : أصدر كتاب عملي لميكروبيولوجيا التربة. وأعطى اهتماما لدورة الآزوت.

فارزكثن : درس خاصية تفاعل التثبيت الآزوتي.

فينوجرافسكي : اكتشف عملية التركيب الكيمأوي عند مجموعة من الكائنات الحية التي تعيش في التربة والماء.

أوميليانسكي : درس عملية تثبت الآزوت الجوي وعملية التآزت وعملية تحلل السيللوز وبيئة مكروبات التربة.

ايفانوفسكي : اكتشف الفيروسات.

كوستشيف : من العلماء الذين درسوا التخمر والتنفس في الأحياء الدقيقة.

هيكل: ألماني اقترح خلق مملكة ثالثة للأحياء الدقيقة تسمى البروتستا (بدائية).

سيديلوت : أعطى اسم بروتستا على الأحياء الدقيقة لكن باستور أعطاها اسم ميكروب الذي أصبح أكثر شيوعا.

دليل بيرجي : يقسم البكتريا إلى ٢٢ جزء خصت السيانوباكتر بإحدها.

الأحياء الدقيقة :

معظمها يتكون من خلية واحدة وتنتسب إلى طلائعيات النوى (بروكاريوتك).

الأوكاريوتك : حقيقيات النوى تنتسب من حيث المبدأ إلى الكائنات النباتية والحيوانية بما فيها الكائنات المجهرية. وتنتسب إليها أيضا البكتريا والأكتينومايستس وكذلك السيانوباكتر (الطحالب الخضراء المزرقة).

تتغذى أكثرية البروكاريوتك على المركبات العضوية وأحيانا تتطفل على الكائنات الأكثر تنظيما ورقيا.

تمتلك البكتريا صفة أكسدة مختلف المركبات المعدنية في سبيل الحصول على هذه الطاقة. كما تلعب دور هام في حياة الإنسان وفي الطبيعة.

النماذج المورفولوجية للبكتريا :

١-حقيقيات النوى :

وتشمل الفطريات والطحالب والأوليات ، يوجد فيها نواة حقيقية يفصلها عن الوسط غشاء نووي ، يجري فيها الميوز والميتوز ، تحوي في الستوبلازما على ميتوكوندريا وصنعات ولها شبكة سيتوبلازمية داخلية.

٢-طلائعيات النوى :

لا تحـوي غشـاء نـووي ، يحـدث فيهـا الميـوز والميتـوز ، لا تتشـكل شـبكة سيتوبلازمية داخلية ولا تحتوي ميتوكوندريا وصانعات

شكل البكتريا :

مكور أو اسطواني الشكل ، تتوضع الخلايا بعد الانقسام إما منفردة أو متجمعة (مزدوجة ، سلسلة ، مكعبة ، عنقودية).

العصويات (منفردة ، مزدوجة ، سلاسل ، حلزونية).

السبرخت : بكتريا حلزونية وطويلة تحتوي أكثر من ٦ – ١٥ لفة.

الأبعاد البكتيرية :

تختلف أبعاد الخلايا البكتيرية بحسب عمرها وحسب الوسط المغذي وعناصره وحسب درجة الحرارة وغيرها من العوامل.

تكون الخلايا مستعمرات ويختلف شكلها وقوامها فمنها العجيني والمخاطي والصلب ومنها الملونة.

البنية الدقيقة للخلية البكتيرية :

١. **بنى خارجية :** كبسولة + سياط + جدار خلوي + غشاء سيتوبلاسمي.
٢. **بنى داخلية :** سيتوبلاسما تحتوي **RNA , DNA** ومختلف أنواع المدخرات.

الكبسولة : هي طبقة من المواد المخاطية تحيط بالخلية البكتيرية تتكون موادها من ٩٨ % ماء وتشكل الكبسولة حاجزا تناضحيا إضافيا للخلية. كما تحمي الخلية من العوامل الميكانيكية والجفاف. **وهي توصف:**

١. **بالماكروكبسولة :** إذا كانت سماكتها $\leq$ ٠.٥ **M**
٢. **أو بالميكروكبسولة :** إذا كانت سماكتها $\geq$ ٠.٥ **M**

٣. **السياط** : يوجد نموذجان للحركة عند البكتريا :

٤. **انزلاقية** : على السطوح الصلبة بواسطة حركتها الموجية أثناء تقلصها.

٥. **سباحية** : بواسطة السياط وهي وزائد خيطية وكيمياأويا عبارة عن بروتينات

تختلف أعداد السياط وأقطارها وأطوالها عند مختلف الأنواع البكتيرية.

تدعى البكتريا :

- التي تمتلك سوطا واحدا **Monotrchous**
- التي تمتلك حزمة من السياط في قطب واحد : **Lophtrichous**
- التي تمتلك سياط في القطبين : **Anphitrichous**

عندما تتوزع السياط على كامل سطح الخلية أو كامل محيطها : **Peretrichous**

الأوبار :

وهي خيوط دقيقة مستقيمة توجد إلى جانب السياط وهي أقصر منها إلا أن أعدادها كبيرة. تتكون من البروتينات ويوجد منها عدة نماذج منها المثبتة للخلايا البكتيرية على الأسطح الصلبة ومنها التي تحوي في وسطها على القنال التي تمر من خلالها المادة الوراثية أثناء عملية التزأوج.

الجدار الخلوي :

يتصف بالمرونة تخترقه شبكة من الأقنية والشقوق ويتصل مع الغشاء السيتوبلاسمي بواسطة أنابيب دقيقة (جور).

تعتبر شبكة المورين هيكلا أساسيا للجدار الخلوي ويتوضع عليها مواد كالبروتينات والسكريات المتعددة وحمض التكويك والموين : وهو بوليمر متجانس من الغلوكوببتيدات. **نميز :**

- **الخلية البكتيرية سالبة الغرام :**

عندما يتكون جدار الخلية من طبقة واحدة من شبكة المورين (الكرة الناتجة عنها سبيروبلاست).

- **الخلية البكتيرية موجبة الغرام :**

عندما يتكون جدار الخلية من طبقتين إلى عدة طبقات(الكرة الناتجة عنها بروتوبلاست).

الليسوزيم والبنسلين : يوقفان نمو البكتريا.

الغشاء السيتوبلاسمي :

يتكون من طبقتين من الليبيدات تلتصق الخارجية بالجهة الداخلية للجدار الخلوي.

يلعب دور حاجز تناضحي (أي ينظم دخول المواد إلى الخلية وخروجها).

يلعب دور المتقدرات في الكائنات الراقية حيث تتوضع عليها أنزيمات تنظيم الطاقة.

يختلف عن المتقدرات باحتوائه على أنزيمات تشارك بتثبيت الآزوت الجوي والتمثيل الكيمأوي.

يعطي في حالات عديدة امتدادات سيتوبلاسمية إلى داخل الخلية تؤدي إلى تكوين أجسام خاصة (الميزوزومات).

السيتوبلاسم : مادة غروية القوام تتألف من الماء والبروتينات والدهون وماءات الفحم والأملاح المعدنية وغيرها من المواد.

القالب السيتوبلاسمي: يمثل الطور السائل للسيتوبلاسم ويتكون من جزيئات بروتينية عملاقة التي تكون الحبيبات السيتوبلاسمية وهذه تشكل الأجسام الريبية التي تتكون من ٦٠ % **RNA** و ٤٠ % بروتينات.

المواد المغذية الاحتياطية: منها ماءات الفحم (الغلوكوجين ومركبات قريبة من النشاء) ومعقد بيتا هيدروكسي حمض الزبدة وحبيبات الدهون والفيولوتين التي تستخدم كمصدر للفوسفور وغيرها من المواد.

النواة البكتيرية :

تبين أن المادة النووية تتألف من **DNA** الذي يتألف من تحت وحدات مترابطة تدعى الكروموزمات.

الأبواغ البكتيرية :

تتشكل عند بعض الأجناس أبواغ داخلية وتكتسب أهمية نظرا لقدرتها على تحمل درجات الحرارة العالية مقارنة مع الخلايا الإعاشية لجميع أنواع البكتريا التي تموت على درجة حرارة ٨٠ م خلال ١٠ دقائق.

تشكل الأبواغ :

يبدأ تشكل البوغة مع تزاد كمية البروتين وتجمعها في منطقة داخل الخلية ويرافق ذلك استهلاك ملحوظ لمدخراتها وخلال ٥ ساعات من بدء تشكل البوغة التي تبدو كمنطقة شفافة تسمى ما قبل البوغة ثم بعد ذلك تتشكل المواد الخاصة بالبوغة كحمض بيكولينيك.

حمض البيكولينيك :

١. يشكل ١٥ % من وزن البوغة الجاف.
٢. يكون على شكل كالسيوم ولا يوجد في الخلايا الإعاشية.
٣. يدخل في بناء غلاف البوغة وله علاقة بمقأومة الأبواغ للحرارة.

وتتزايد قدرة منطقة ما قبل البوغة على عكس الضوء نتيجة العلميات الحيوية التي تشمل تجمع البروتينات والمواد النووية.

تشكل بعض أنواع البكتريا ما يمسى بالحويصلة لا تشبه الأبواغ في بنيتها إلا أنها تقأوم الحرارة والجفاف.

تصنيف البكتريا :

تحتوي البروتستا الدنيا على مجموعة من الأحياء الدقيقة خلاياها غير حقيقية النوى ويدخل في بنية جدرها الخلوية حمض الموارميك.

القسم **I**

البكتريا ذات الغلاف الرقيق (Gracilicuties) **: وهي :**

١. لا تمتلك نواة حقيقية.
٢. تحتوي على جدار خلوي سالب الغرام.
٣. بعضها متحرك والآخر غير متحرك وبعضها هوائي والبعض الآخر لا هوائي واختيارية لا هوائية.
٤. لا تكون أبواغا داخلية وتتكاثر بالانشطار البسيط والبرعمة.

يقسم هذا القسم إلى عدة صفوف :

الصف الأول : البكتريا التي تعيش بمعزل عن الضوء **(Scotobacteria)** **وتقسم لعدة مجموعات :**

المجموعة (١) : السبروخيت (Spirochaeet) :

١- بكتريا حلزونية مرنة وحيدة الخلية.
٢- عبارة عن خلايا متحركة.
٣- لاتكون أبواغا.
٤- بعضها هوائي والآخر لاهوائي اختياري.

المجموعة (٢) : البكتريا الحلزونية :

١- متحركة ومنحنية.

٢- تحوي على حزمة من السياط القطبية أو سوطا واحدا.

٣- هوائية أو شحيحة الأكسجين تحصل على الطاقة من أكسدة المواد العضوية.

٤- رمية أو طفيلية.

المجموعة (٣) : العصويات والمكورات الهوائية سالبة الغرام :

تضم ٧ مجموعات لثلاثة منها تأثير ملموس في خصوبة التربة.

٦. عائلة **Pseudomonodaceae** :

١- بكتريا غير متبوغة وعصوية مع سياط قطبية.

٢- تنتشر في التربة والماء والهواء.

٣- تستهلك في غذائها مركبات عضوية عديدة.

٤- بعضها يرجع النترات إلى الآزوت الحر وبعضها الآخر يسبب أمراضا للنباتات.

٧. **عائلة** Azotobacteriaceae :

١- لها قدرة على تثبيت الآزوت الجوي.

٢- خلاياها كبيرة اهليلجية ومتحركة.

٣- لا تكون أبواغا.

٤- غير ذاتية التغذية.

٨. **Riaobaiaceae** :

١- خلاياها عصوية متحركة لا تشكل أبواغا.

٢- تحصل على الطاقة من أكسدة المركبات العضوية.

٣- تشكل على جذور النباتات البقولية عقد جذرية يحدث فيها تثبيت للآزوت الجوي.

٤-الجنس **Agrobacteriaum** يسبب تدرنات على ساق وجذور النباتات.

٩. عائلة **Methylocacocaeae** : ذات خلايا متحركة وأخرى ساكنة عصوية ومكورة المصدر الوحيد للطاقة هو الميثان.

١٠. عائلة **Acetobacteriaceae** :

تستطيع أفرادها أكسدة الكحول الإيتلي إلى حمض الخل ، وتتواجد على الأزهار والثمار و الخضار وفي البيرة والنبيذ.

١١. عائلة **Nesseriaceae** : تسبب أمراضا للإنسان والحيوان.

المجموعة(٤):العصويات اللاهوائية الاختيارية السالبة الغرام:وهي عائلتين:

١٢. **عائلة Enterobacteriaceae** : يعيش بعضها في أمعاء الإنسان والحيوان مسببة أمراضا مختلفة.

١٣. **عائلة Vibrionaceae** : توجد في المياه المالحة وتوجد على وفي داخل الأسماك وفي الإنسان (وهي ممرضة).

المجموعة (٥) : العصويات المستقيمة والمنحنية والحلزونية اللاهوائية سالبة الغرام : عائلة واحدة وهي :

- **Bacteroidaceae** : منها ما يوجد في أمعاء الإنسان والحيوانات مسببة لها أمراض مختلفة من أجناسها:

- **Selenomanas** : توجد في الأجهزة الهضمية لبعض الحشرات ، خلاياها لها شكل نصف هلال ، متحركة وتؤكسد المركبات العضوية للحصول على الطاقة.

المجموعة (٦) البكتريا السالبة الغارم التي تحصل على الطاقة من أكسدة المركبات اللاعضوية : وهي عائلتين :

١٤. عائلة **Nitrobacteriaceae** :

١- أشكالها مختلفة.

٢- لا تشكل أبواغ.

٣- منها متحرك والآخر ساكن.

٤- تحصل على الطاقة من أكسدة الأمياك أو النتريت.

٥- تقوم بتثبيت **CO_2** بعملية التركيب الكيميائي للحصول على الكربوهيدرات.

٦- هوائية إجبارية.

٧- توجد في التربة والمياه المالحة والعذبة.

١٥. عائلة **Siderocapsaceae** :

١- محاطة بكبسولة مخاطية غنية بماءات الحديد والمغنزيوم.

٢- هوائية.

٣- تتوزع في المياه الغنية بمركبات الحديد.

المجموعة (٧) : البكتريا الزاحفة (المخاطية) تتكون من رتبتين :

رتبة **Myxbacteriales** :

١- متحركة عن طريق الانزلاق.

٢- اسطوانية الشكل ذات نهايات مكورة.

٣- سالبة الغرام.

٤- محاطة الخلية بطبقة من المواد المخاطية.

٥- تتكاثر الخلايا بالانشطار الثنائي البسيط.

٦- وهي مرنة.

٧- تكون أجساما ثمرية.

رتبة Cytophogaceae :

١- خلايا عصوية أو خيطية سالبة الغرام.

٢- تتحرك عن طريق الانزلاق.

٣- لا تكون أجساما ثمرية.

٤- تحوي على ٣ عائلات :

- عائلة **Cytophogaceae** :

من أجناسها Cytophaga :

١- خلايا ها الجنس عصوية أو خيطية ذات نهايات دقيقة أو مكورة.

٢- هوائية إجبارية أو لا هوائية اختيارية.

٣- لها القدرة على تحليل السيللوز والكيتين والآغار وغيرها من المركبات.

٤- لا تشكل حويصلات.

١٦. **عائلة** Beggiatoaceae :

١. تشكل هذه البكتريا خيوط غير ملونة وغير متفرعة ومتحركة بحركة انزلاقية.

٢. تتكاثر الخلايا بالانشطار الثنائي البسيط.

٣. توجد هذه البكتريا في الأماكن التي تحوي السلفيد **H٢S** وتؤكسده.

٤. تحصل على الطاقة من أكسدة المركبات العضوية.

المجموعة (٨) : البكتريا الكلاميدية Chlmydobacteria :

١. هي بكتريا ذات خلايا عصوية وسالبة الغرام.

٢. تحوي سياط قطبية.

٣. تتجمع الخلايا بعضها مع بعض قطبيا لتشكل خيوطا طويلة لا يحاط كل خيط بقميص مخاطي أو كبسولة متشربة بماءات الحديد أو المغنزيوم.

٤. توجد هذه البكتريا في المياه العذبة وفي المياه التي تحوي مركبات الحديد.

المجموعة (٩) : البكتريا المتبرعمة أو ذات الساق : من أجناسها :

جنس Huphonicrobium : يحوي على أنواع عصوية لها نهايات حادة ، تتكاثر الخلايا بالبرعمة ، تحصل على الطاقة من أكسدة المركبات غير العضوية ، وهي هوائية ، وتحتاج في نموها لغاز **CO٢** ، لا تستهلك السكريات حيث أنها تنمو في أوساط مغذية خالية من السكريات باستثناء بعض الأنواع.

جـنس Pediomicrobium : تنتشر هذه البكتريا في التربة ، يتكون على الخلية الأم خلية متحركة ذات سياط قطبية تتكون عن طريق البرعمة ، تحاط الخلايا بطبقة مخاطية متشربة بماءات الحديد وماءات الصوديوم.

جنس Caulobacter : أو ذات الساق هام هي بكتريا ذات خلايا عصوية أو مغزلية الشكل مع وجود برعم أو ساق يخرج من قطب واحد من الخلية ، توجد الخلايا منفردة وتتكاثر بالانشطار الثنائي البسيط ، وهي سالبة الغرام ، تحصل على الطاقة من أكسدة المركبات العضوية ، وهي هوائية إجبارية ، تنتشر في المياه العذبة والبحيرات والتربة والأوساط الطبيعية المغذية.

جنس Gallionella :

١. تشبه خلايا هذا الجنس حبة الفاصولياء حيث يخرج من سرتها ساق مخاطية.
٢. سالبة الغرام.
٣. تحصل على الطاقة من أكسدة المركبات غير العضوية.
٤. شحيحة الأكسجين.
٥. تنتشر في المياه التي تحوي مركبات حديد وفي التربة.

المجموعة (١٠): الريكتسيا والكلاميديا Richettsia & Chlamydia :

تتكون هذه المجموعة من رتبتين :

رتبة **Rickettsiales** :

١- مكانها الطبيعي هو مفصليات الأرجل.

٢- لا تسبب لها أمراض وإنما تسبب للإنسان والحيوان أمراضا خطرة منها مرض التيفوس.

٣- تتكاثر بالانشطار.

٤- سالبة الغرام.

٥- صغيرة غير متحركة لا تشكل أبواغا.

رتبة Chlamydiales : تعيش ضمن خلايا الكائنات الحية الأخرى وتسبب أمراضا للإنسان والطيور.

الصف **Anoxyphotobacteria II**

(صف بكتريا التمثيل الضوئي غير المطلقة للأكسجين)

بكتريا تحقق التمثيل الضوئي مستعملة الهيدروجين الوليد.

وتقسم إلى رتبتين :

رتبة **Rhodosirillales** : تقسم هذه الرتبة إلى عائلتين :

١٧. عائلة **Rhodospirillaceae** : أو البكتريا الأرجوانية اللاكبريتية :

١- تؤكسد المركبات العضوية البسيطة في سبيل الحصول على الإلكترونات لإتمام دارة عملية التمثيل الضوئي.

٢- لا تستطيع العيش بوجود **H_2S**.

٣- لا هوائية.

١٨. **عائلة Chromatiaceae** : أو البكتريا الأرجوانية الكبريتية

١- ترجع **CO_2** بعملية التمثيل الضوئي بوجود **H_2S** أو **S** التي تتأكسد إلى السلفات.

٢- وهي بكتريا لا هوائية إجبارية.

رتبة **Chlorobiales** : تضم عائلتين **Chlorobiaceae** : بكتريا خضراء كبريتية تقوم بعملية التمثيل الضوئي مرجعة **CO_2** ومؤكسدة **H_2S** ، وهي لا هوائية إجبارية.

الصف **III Oxyphotobacteria**

(صف بكتريا التمثيل الضوئي مع المطلقة للأكسجين)

يقسم إلى رتبتين :

رتبة **Cyanobactoria** : أو البكتريا الخضراء المزرقة :

١- بكتريا سالبة الغرام.

٢- مرنة متحركة بالانزلاق.

٣- تتكاثر بالانشطار الثنائي البسيط أو بالبرعمة.

٤- تحاط الخلية بكبسولة مخاطية.

٥- تنتشر في التربة والماء.

٦- منها قادر على تثبيت الآزوت الجوي.

٧- يتكون في خيوط البكتريا المثبتة للآزوت الجوي خلايا خاصة تدعى بالخلايا الفاصمة.

رتبة Prochlorales :

١. منفردة الخلايا سالبة لغرام كروية الشكل.

٢. غير متحركة.

٣. تقوم بعملية التمثيل الضوئي مع انطلاق أكسجين.

تختلف عن البكتريا الخضراء المزرقة :

١) نوعية الأصبغة ففي هذه البكتريا الأصبغة هي (بروكلورفيل) أما في البكتريا الخضراء المزرقة فتكون (أصبغة يخضور **A** + فيكوسانين + فيكوارترين).

٢) تنظيم جهاز التمثيل الضوئي داخل الخلايا.

القسم **II Firimicutes**

(قسم البكتريا ذات الجدار الخلوي المتين)

يحوي هذا القسم على مجموعة بكتريا تحوي خلايا جدرها موجبة الغرام .

الصف **Firmibacteria**

المجموعة (١) المكورات الموجبة الغرام : تضم ٣ عائلات :

عائلة **Micrococcaeae** :

١. بعضها متحرك والآخر غير متحرك وبعضها هوائي والآخر لاهوائي اختياري.

٢. تتكاثر بالانقسام.

٣. تحصل على الطاقة من أكسدة المركبات العضوية.

٤. توجد في التربة والماء وعلى الجلد والطبقة المخاطية للحيوانات ذات الدم الحار.

١٩. **عائلة** Streptococcaeae :

١. لها دور هام في الحصول على مواد لبنية حامضية وغيرها.
٢. تتحد مع بعضها على شكل أزواج أو سلاسل قصيرة أو رباعيات.
٣. غير متحركة.
٤. لا تشكل أبواغ.
٥. تحصل على الطاقة من أكسدة أو تخمير المركبات العضوية.
٦. تنتشر في التربة على سطح النباتات وفي الحليب ومشتقاته.

المجموعة (٢) : العصيات والمكورات المكونة للأبواغ الداخلية :

- **Bacillaceae :**

١. تتحرك بواسطة السياط.
٢. لا هوائية إجبارية وبعضها هوائية إجبارية والآخر اختياري.
٣. رمية تشارك في تحليل مختلف المواد العضوية في التربة.
٤. توجد في التربة والماء والجهاز الهضمي للإنسان والحيوان.
٥. تسبب أمراضا للكائنات الحية.

المجموعة (٣) البكتريا موجبة الغرام العصوية غير المشكلة للأبواغ :

- **Lactobacilloceae :**

١. هي عصيات مستقيمة أو منحنية قليلا.
٢. منفردة أو سلاسل.
٣. لا تكون أبواغ.
٤. لا هوائية أو لا هوائية اختيارية.

٥. تسبب التخمرات اللبنية حيث تستخدم في مصانع الأغذية (تخمر ماءات الفحم ليعطي حمض اللبن).

الصف II Tallobateria :

(صف البكتريا المكونة للميسليوم [المشيجة])

ينتسب هذا الصف إلى بكتريا الأكتينومايسيس والكائنات القريبة منها وهي عبارة عن ٣ مجموعات :

المجموعة (١) **Corynebacteria** :

١- بكتريا موجبة لغرام.

٢- غير متحركة.

٣- لا تكون أبواغ.

٤- متحملة للحموضة.

من أجناسها: جنس **Arthrobacter** : تتحول إلى مكورات وبعضها إلى شكل ليموني عملاق ، تنتشر في التربة وتحلل المواد العضوية(رمية).

جنس **Cellulomonas** : تمتاز بخاصية تحليل السيللوز.

المجموعة (٢) : Propionobacteriaceae **: وهي جنسين هما :**

- جنس **Propionobacterium** :

١. تخمر السكريات مكونة بذلك حمض البروبونيك وحمض الخل و CO_2
٢. تنتشر بشكل بواسع في منتجات الألبان وعلى جلد الإنسان وفي جهازه الهضمي وفي الجهاز الهضمي للحيوانات.
٣. تستخدم في صناعة الجبن القاسي.

جنس Eubacterium :

١. تخمر السكريات مكونة بذلك حمض الزبدة وحمض الخل وحمض النمل.

٢. توجد في تجأويف جسم الإنسان وفي منتجات الحيوانات والنباتات.

المجموعة (٣) Actinomyctales :

١. منها ما بنمو على بيئات صناعية آغارية ومنها ما ينمو في الهواء وآخر ينمو في الوسط المغذي.

٢. يتكاثر الأكتينومايسيس بالانشطار أو بالأبواغ الكونيدية.

٣. تعطي على البيئات الصلبة المغذية مستعمرات ذات ألوان مختلفة.

٤. رمية بعضها يتطفل على الإنسان والحيوانات مسببة أمراضا لها.

٥. تفرز مضادات حيوية لمكافحة مسببات الأمراض البكتيرية والفيروسية. وهي تحوي على العائلات التالية :

عائلة Actinomycetaceae :

لا تكون ميسليوم هوائي وأبواغ ، وهي متحركة ولاهوائية ولاهوائية اختيارية . .

عائلة Mycobacteriaceae :

تتكاثر بالانقسام ولاتشكل أبواغا وهي هوائية ، تكون مستعمرات عجينية القوام أو نصف سائلة أو مخاطية ، تنتشر في التربة وتحلل مواد عضوية مختلفة وجنسه يسبب مرض السل.

عائلة Frankiaceae :

تكون ميسليوم حقيقي مقسم بحواجز إلى خلايا ومتفرع ، متعايشة مع جذور عدد كبير من النباتات غير البقولية مكونة عق جذرية يتم فيها تثبيت **N٢** .

عائلة Nocardiaceae :

منها ما ينمو على الوسط المغذي ومنها ما ينمو في الهواء وفوق الوسط المغذي ، موجبة لغرام ، وهوائية غير متحركة ، تكون مستعمرات عجينية القوام.

عائلة Streptomycetaceae :

تكون ميسليوم مغموس في المادة المغذية ، تشكل مستعمرات ملونة في المادة المغذية ، تفرز مضادات حيوية.

عائلة Micromonosporaceae :

تكون ميسليوم ينمو في الهواء فوق الوسط المغذي ، تكون الأبواغ غما منفردة أو زوجية أو سلسلية.

القسم Tenericuts III

(قسم البكتريا التي لا تكون جدار خولي)[أو الميكوبلازما]

١. جميعها سالبة لغرام.
٢. لا تملك جدار خلوي وتحاط الخلية بطبقة سيتوبلاسمية رقيقة تدعى بالغشاء السيتوبلاسمي.
٣. تتكاثر بالبرعمة والتجزؤ والانقسام الثنائي البسيط.
٤. منها الرمي ومنها المتطفل.

القسم Mendosicuts IV

(البكتريا ذات الجدار الخلوي الناقص)

١- جدارها الخلوي غير تام ولا يحتوي على مركب الببتيد غلوكان (المورين).
٢- أشكالها مختلفة.
٣- منها موجب لغرام ومنها سالب لغرام.
٤- أغلبها متحركة ولا هوائية إجبارية وبعضها هوائية.
٥- تنتشر في المناطق ذات الشروط العادية.

الصف Archeobacteria

تملك أفراده صفات مختلفة عن بقية البكتريا مثلا :

٢٠. تركيب البنية الأولية للريبوصودات.

٢١. تركيب الأغشية اللييبدية يتكون من طبقة واحدة في حين يتكون من عدة طبقات عند بقية البكتريا.

٢٢. الجدار الخلوي لا يتكون من المورين وإنما من بوليمرات متعددة أخرى (سكريات حامضية متعددة وبروتينات ومورثركان)

تقسم إلى ٥ مجموعات :

١. المجموعة البكترية المنتجة للميتان :

١) لا تشكل أبواغا داخلية.

٢) لا هوائية إجبارية متحركة وبعضها غير متحركة ، سالبة لغرام وبعضها موجبة لغرام.

٣) ترجع **CO٢** لتكون غاز الميتان مستخدمة **H٢** الناتج عن التخمر لحمض الخل والكحول الميتلي.

٢. المجموعة البكتيرية الهوائية المؤكسدة للكبريت :

١) تحصل على الطاقة من أكسدة الكبريت المعدني.

٢) ذاتية التغذية اختيارية وهوائية.

٣) محبة للحرارة العالية(٧٠ –٧٥ م)ودرجة منخفضة للحموضة(٥).

٣. المجموعة البكتيرية اللاهوائية المرجعة للكبريت :

١) اختيارية التغذية.

٢) ترجع الكبريت المعدني حتى السلفيد **H_2S**

٣) محبة للحرارة العالية جدا (٨٠ – ١٠٥ م) تنتشر في الينابيع الكبريتية الحارة

٤. المجموعة الكبريتية المحبة للملوحة (**Halophilic**) :

١) تتميز بقدرتها على النمو في أوساط شديدة الملوحة

NaCl (٢ % - ٢٥ %)

٢) تشارك في تحولات الفحم والآزوت في التربة المالحة والمستنقعات وغيرها.

٥. المجموعة البكتيرية المحبة للحرارة العالية والحموضة المرتفعة :

١) وهي المكوبلازما.

٢) تنمو في درجة حرارة ٦٠ م.

٣) درجة حموضة **PH = ١ – ٢**

٤) هوائية اكتشفت في الينابيع الحارة في اليابان.

الطحالب: هي كائنات عضوية ذات نواة حقيقية وتحقق عملية التركيب الضوئي والطحالب إما أن تكون :

- متعددات الخلايا (الثالوس).
- وحيدات الخلايا.
- وحيدات الخلايا :

١. بعضها يحوي على سياط والآخر عديم السياط.
٢. تحاط خلية الطحالب بجدار خلوي يتكون من السيللوز ومواد بكتينية أو بطبقة مخاطية لزجة وسميكة وعند بعضها متشربة بالسيليكا.وتحوي الخلية على نواة أو عدة نوى وفجوات وصانعات.

٣. تحوي صبغة الكلورفيل.
٤. صانعات الطحالب فيها أجسام بروتينية تدعى بروفوئيد محاطة بالنشاء ويمكن للطحالب صناعة السكريات.
٥. تتكاثر إعاشيا وجنسيا ولا جنسيا.

٦. تنتشر في الأماكن الرطبة والمظلمة والتي تعيش في المياه العذبة والمالحة حرة المعيشة وبعضها يتعايش مع الكائنات عديمة الفقرات أوغيرها مثلا تتعايش الطحالب الخضراء مع الفطريات مشكلة الشيبيات تستطيع العيش على الحدود الدنيا للحرارة والرطوبة
٧. إن طحالب التربة وحيدة الخلية وخيطية بسيطة أو مستعمرية.
٨. تأخذ CO_2 من الهواء والآزوت من التربة.
٩. تسهم الطحالب في تحولات الآزوت (أملاح آزوتية معدنية تحولها إلى آزوت عضوي يدخل في تركيب البروتوبلازما).
١٠.تلعب الطحالب دور هام في دورة العناصر.

الطحالب الخضراء :

١- وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا.
٢- تشكل الثالوس (إما خيطي أو صفيحي)
٣- تتكاثر :
٢٣. لا جنسيا : بواسطة الأبواغ غير المتحركة أو المتحركة.
٢٤. جنسيا : باندماج خليتين واندماج النوى مع تكوين أبواغ جنسية تعطي أثناء نموها خيوطا طحلبية جديدة.

الطحالب الخضراء المصفرة :

١. تشبه الخضراء لكن تبدو بلون أصفر مخضر.

٢. وحيدة الخلية وخيطية.

٣. فيها بنى ثالوسية اسطوانية ، خلاياها متفرعة عديدة النوى

٤. أسواطها مختلفة الأشكال وأبواغها طويلة أو قصيرة.

٥. تتكاثر الأبواغ الإعاشية لا جنسيا عن طريق الأبواغ الحيوانية والأبواغ الساكنة.

المشطورات :

١- تتكون من خلايا منفردة وجدرها من السيليسيوم من مصراعين ينطبق الواحد على الآخر تتحرك الخلايا حركة انزلاقية.

٢- منتشرة في كل بقاع الأرض وأهمها في البحار حيث تستخدمها الحيوانات البحرية كغذاء لها أما الغلاف السيليسي الصلب فيترسب في قاع البحار بكميات كبيرة ويتجمع مشكلا صخورا تظهر بفعل العمليات التكوينية للأرض على سطح الأرض تستعمل في البناء أو لتحضير الديناميت أو تستعمل كمرشحات.

الفطريات Fungi

١- كائنات حية حقيقة النوى وحيدات الخلايا معظمها يكون ميسليوم لا تحوي على أصبغة.

جسم الفطر يتكون من خيط الفطر وتفرعاته (الهيفا) ويسمى الميسيليوم.

٢- الفطريات إما أن تكون :

- راقية : تحوي خيوطها حواجز.
- دنيا : خيوطها غير مقسمة بحواجز.

٣- تملك الفطريات جدار خلوي يحوي الكيتين وتحت الجدار توجد السيتوبلاسما الحبيبة البنية الحاوية على (حبيبات الريباصومي المكونة من الـ **RNA** [صناعة البروتين] + ميتا كوندريا تتمركز عليها أنزيمات التنفس]+ مدخرات الفيولوتين والدهون).

المشرة المندمجة :عندما تكون الأنوية غارقة في السيتوبلاسما وذلك في الفطريات الدنيا.

٤- تتكاثر الفطريات إعاشيا وجنسيا ولا جنسيا.

٥- تسبب الفطريات فساد المواد الغذائية والخشبية والكاوتشوك والمطاط ومنتجات النفط وبعضها يسبب أمراضا.

٦- منها رمي ومنها متطفل ومنها مفترس.

١) توجد على شكل كتل مخاطية وتتحرك حركة أميبية ببروز أرجل كاذبة ، لا يوجد خلايا في هذه الكتل المخاطية لكن تحوي انوية كثيرة.

٢) تتكاثر بالانقسام البسيط ، إلا أنه في مرحلة من دورة حياتها تتحد الكتل المخاطية مع بعضها مشكلة أجساما ثمرية تتكون فيها الأبواغ وعند سقوط هذه الأبواغ على أوساط مغذية تنتش وتنمو وتستطيل وتبدأ بالانقسام مشكلة الخلايا الأميبية بعض هذه الخلايا تتحد مع بعضها مشكلة زيجوت تنقسم وتنمو حتى يتكون فيها نوى كثيرة.

٣) يوجد منها المتطفل.

الفطريات الحقيقية Eumycota **: وتنقسم إلى ٦ صفوف :**

١-صف الفطريات البدائية Chytridiomycetes :

٢٥.يتصف بغياب الميسيليوم أو أن يكون غير مقسم بحواجز(مشرة مندمجة).

٢٦. يتكاثر لاجنسيا بالأبواغ الحيوانية وجنسيا.

٢- صف الفطريات البيضية Oomycetes :

٢٧. يتميز بالتكاثر الجنسي البيضي وبحركة الأبواغ الحيوانية التي تملك سوطين.

٢٨. يتطفل على العديد من الفطريات البيضية بشكل إجباري طوال حياتها.

٣- صف الفطريات الزيجوتية Zygomycetes :

٢٩. مجموعة من الفطريات فقدت طور الحركة أثناء تطورها.

٣٠. تكاثرها جنسي أو لا جنسي يتحقق بالأبواغ الاسبوارنجية غير المتحركة والأبواغ الكوينيدية.

٤- صف الزقيات Ascomycetes :

٣١. تحوي مشائج متفرعة وكثيرة الخلايا.

٣٢. التكاثر الجنسي يحدث عن طريق الأبواغ الزقية بعد اندماج الخلايا الجنسية (الأعراس) في الزق.

٣٣. التكاثر اللاجنسي فيحدث عن طريق الكوينيديا.

٥- صف الفطريات الدعامية Basidiomycetes :

٣٤. يشكل الجسم الإعاشي لهذه الفطريات الميسليوم المتكون من عدد كبير من الخيوط الفطرية والنوى الحقيقية.

٣٥. تكاثرها الجنسي يحدث عن طريق الأبواغ الدعامية المتكونة بعد اندماج نوى الخلايا الجنسية في الدعامة الشبيهة بالإسطوانة حيث ينمو في نهايتها أبواغ داعمية التي تنفصل وعند سقوطها على بيئة مناسبة تنتش وتعطي خيوطا فطرية جديدة.

٦-صف الفطريات الناقصة Deuteromycetes :

٣٦. تتكون أجسامها من خلايا متبرعمة أو من خيوط مقسمة وشفافة ملونة أو عديمة اللون.

٣٧. تتكاثر لا جنسيا عن طريق الأبواغ الكوينيدية التي تتجمع وتتوضع على شكل مجموعات فوق حامل الكوينيديا أو في تشكيل خاص.

٧- الخمائر والخمائر الشبيهة بالفطريات :

تنتسب الخمائر إلى الفطريات الزقية والدعامية والناقصة. ولها أهمية في صناعة الخبز والبيرة والمشروبات الروحية.

٣٨. **الزقيات الخمائر:** تتكاثر بالبرعمة أو الانقسام تسبب التخمر الكحولي ، لا تشكل ميسيليوم.

٣٩. **الدعاميات الخمائر:** حمراء اللون.

٤٠. **الناقصة الخمائر** : لا تشكل أبواغا داخلية وتتكاثر بالبرعمة بعضها يسبب التخمر الكحولي.

الخمائر التي تسبب التخمر الكحولي توجد في التربة المزروعة بالكرمة أكثر من التربة العادية بكثير.

التمثيل الغذائي في الأحياء الدقيقة:

تتضمن مجموعتين من التفاعلات الهامة هي :

- عمليات الهدم.
- عمليات البناء.

١. عملية الهدم :

تحطيم المواد الغذائية وله نوعين :

التنفس : تحطيم تام + طاقة كبيرة + $H_2O + CO_2$

التخمر: تحطيم غير تام + كمية من الطاقة + مواد غنية بالطاقة (كحول إيتلي ، حمض اللبن . . الخ)

٢. عملية البناء :

تفاعلات بيوكيميائية لبناء جزيئات الخلية الكبيرة ، تتطلب طاقة حرة كانت قد صنعت من جراء التنفس والتخمر وخزنت على شكل **ATP**

تجري عملية الهدم والبناء معا وبوقت واحد.

دور الأنزيمات في التمثيل الغذائي :

١- الأنزيمات ذات وزن جزيئي كبير ١٠٠.٠٠٠ إلى ملايين.

٢- وسائط نشيطة جدا (جزيئة واحدة من أنزيم السكاراز تحلل في ثانية واحدة ١٠٠٠ جزيء من السكروز).

٣- الأنزيم :

٤١. كو أنزيم (غير بروتيني) أيوني أو مركب عضوي (فيتامينات) وهو يحدد نشاط الأنزيم.

٤٢. أبو أنزيم (بروتيني).

٤٣. وهذين الجزأين منفردين ليس لهما أي نشاط.

تقسم الأنزيمات إلى ٦ صفوف :

الأنزيم	دوره
أوكسيدروكتاز	١.يتوسط تفاعلات الأكسدة والإرجاع. ٢.يلعب دور في نقل الإلكترونات. ٣.ينتسب لهذه المجموعة : دهيدروجيناز (FAD . NADP . NAP) والسيتوكرومات
ترانسفيراز	تعمل على نقل الجذور المنفردة وأجزاء من جزيئة أو مجموعة من الذرات من مركب إلى آخر.
هيدرولاز	١.يحفز تفاعلات انتزاع وتركيب تلك المركبات المعقدة (البروتينات ، الدهون ، ماءات الفحم) بمشاركة الماء. ٢.ينضم لهذه المجموعة : ٤٤. ببتيدرولاز : تعمل على البروتينات والببتيدات. ٤٥. الاستيراز : تحفز انتزاع وتركيب الإتيرات المعقدة (ليباز ، فسفاتان).
لبَّاز	١.يحفز انتزاع مجموعات كيمأوية محددة مع تكوين روابط ضعيفة. ٢.ينضم لها أنزيم ألدولاز : ينتزع جزيئات سداسية الفحم إلى مركبات ثلاثية الفحم.

١.تحقق تحول المركبات العضوية إلى مماكباتها. ٢.يحدث تحول داخلي لذرات الجزيئية ولمجموعات الذرات ومختلف الجذور.	إيزوميراز
١.يعمل على تركيب مركبات عضوية معقدة من البسيطة. ٢.ينضم لها أنزيم كاربوكسيلاز : يحفز إعادة اتصال **CO٢** مع مختلف الأحماض العضوية.	ليكاز

تجمع الطاقة في خلايا الأحياء الدقيقة :

عن طريق تكوين **ATP** مع روابط بيروفوسفاتية (**PO٤~** والتي تنتزع منا نهاية الفوسفات مع إفرازها ٤ ١٠ × ٥ ⇔ ٤ ١٠ × ٣.٤ جول).

يتكون الـ ATP **نتيجة عمليتين في التمثيل الغذائي :**

٤٦. الفسفرة على المستوى الغذائي.

٤٧. وعلى مستوى نقل الإلكترونات.

أكسدة وإرجاع المركبات العضوية :

الأكسدة : ضم أكسجين – نزع أكسجين (إلكترون) – مادة مؤكسدة (مستقبلة للهيدروجين) – فقد إلكترونات.

الإرجاع : نزع أكسجين – ضم هيدروجين (إلكترون) – مادة مرجعة (عاطية للهيدورجين) – إعادة الاتصال بالكترونات.

كل عملية أكسدة يجب أن تترافق بعملية إرجاع.

حوامل الهيدروجين : (مساعدات أنزيمية في شروط لا هوائية)

ثـاني نيكلويتيـد أميـد نكـوتين **NADP –NAD** ثـاني نيكلويتيـد أميـد نكـوتين فوسفات .

وتصبح مرجعة بعد انتراعها للهيدروجين(**NADP.H٢ , NAD. H٢**).

NAD.H٢ : تعطي الهيدروجين لمواد وسيطية تنشأ أثناء التخمر.

NADP.H٢: تشارك في صناعة مواد تدخل في تركيب خلية للكائن الدقيق.

تقسم الأنزيمات لصفين :

١. **أنزيمات محللة:** تلك التي تتكون من البروتينات البسيطة (بروتين).

٢. أنزيمـات مؤكسـدة وناقلـة للمجموعـات الكيمأويـة : وتلـك التـي تتكـون مـن البروتينات المعقدة (بروتيد)

٤٨. الأنزيمات إما أن تكون داخلية أو خارجية.

٤٩. الأنزيم الواحد يحفز تفاعلا محددا.

٥٠. ٩٠ % من التفاعلات الأنزيمية عكوسة.

التخمر :

عبارة عن عمليات أكسدة وإرجاع تقود إلى تكوين **ATP** ومواد عضوية .

يتجمع **ATP** في عملية التخمر عن طريق الفسفرة على مستوى المادة الغذائية.

باستور يقول : أن التخمر هو حياة دون اكسجين.

يجري التخمر على مرحلتين :

٥١. تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك.

٥٢. إرجـاع حمـض البيروفيـك لتكـوين مـواد تختلـف حسـب الكـائن مسـبب التخمر(يستخدم التخمر للمنتزع في المرحلة الأولى).

هناك ٣ طرق للحصول على حمض البيروفيك من ماءات الفحم وهي:

طريق أمبيدين- مايرهوف- بارنيسا **(EMP)** : أو فركتوز ثنائي الفوسفات أو الغليكوليز.

- اكتشفت عند الخمائر والعضلات الحيوانية ثم البكتريا.
- لا تنتقل ذرات الهيدروجين المتحررة مباشرة إلى المستقبل النهائي وإنما تحمل أولا على المساعد الأنزيمي **+NAD**
- تتكون فقط جزيئتين من **NAD.H**

عند تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك عن طريق الغلوكوليز تتكون طاقة حرة لإنشاء ٤ جزيئات من **ATP** :

٥٣. جزيئتين تصرف من أجل سير عملية التفاعل.

٥٤. وجزيئتين من أجل عمليات التصنيع في الخلية.

يحصل الكائن الدقيق أثناء تخمر الغلوكوز على ٢ × ٥١٠ جول كحد أقصى من جزيئة الغلوكوز والتي تشكل في عملية الغلوكوليز **ATP**٢ فقط.

- الشبكة الأنزيمية لعلميات الغلوكوليز موجودة في بروتوبلازما الخلية.

٢. طريق البنتوزفوسفات **(P.P)** :

تتميز عن **EMP** بأنها لا تؤدي مباشرة لتكوين حمض البيروفيك.

- تحدث أكسدة فحم واحد من ذرات ماءات الفحم ويتحرر **CO٢**
- إرجاع ٦ جزيئات من **NADP** إلى **NADP.H**

يتكون عن طريق البنتوز :

٥٥. ريبوز -٥- فوسفات(ضروري لصناعة الحموض النووية).

٥٦. قسم كبير من **NADP.H** (ضروري للخلية لصناعات بيولوجية من حموض دهنية وستيريودات).

٣. طريق انترادودورفا **(E.D)** : في الهوائية

- إن تحطم الغلوكوز عن طريق **E.D** يكون جزيئة واحدة من **ATP** وجزيئتين من **NADP.H**
- البكتريا التي تحلل الغلوكوز عن طريق **E.D** يغيب عنها الأنزيمات الضرورية لتكوين حمض اللبن وغيره من الأحماض.

التنفس:

هو عملية أكسدة وإرجاع مع تكوين **ATP** ، وتلعب المواد اللاعضوية والعضوية دور العاطي للهيدورجين.

عندما يكون المستقبل النهائي للهيدروجين :

١. مركبات لا عضوية ⇦ تنفس.

٢. أكسجين عنصري ⇦ تنفس هوائي.

٣. أكسجين مرتبط في المركبات اللاعضوية ⇦ تنفس لا هوائي كالنترات والسلفات.

يكون التنفس الهوائي إما :

٥٧. إجباريا.

٥٨. أو اختياريا فيمسى تنفس لا هوائي اختياري.

أحيانا هنا تستغل بعض الأحياء الدقيقة النترات أو السلفات والكربونات كمستقبل نهائي للهيدروجين فتبدو لا هوائية إجبارية

أي مركب عضوي طبيعي تستطيع الأحياء الدقيقة استخدامه في عملية التنفس إلا أن:"درجة أكسدة هذه المواد يجب أن تكون أقل من درجة أكسدة **CO٢**"

التنفس الهوائي :

يتكون من طورين :

١. طور تتحقق فيه تحول المواد العضوية الغذائية إلى CO_2 وذرات الهيدروجين تصل إلى المستقبل ، وفيه حلقة كريبس.

٢. طور يتجلى بأكسدة الهيدروجين المتحرر وتكوين **ATP**

حلقة كريبس :

تبدأ بتحلل المواد الكربوهيدراتية ولكن حمض البيروفيك المتكون يتعرض لتحولات مغايرة لتحولات التخمر.

تترافق تفاعلاتها بانتزاع زوجي هيدروجين ثم تتكرر الدورة من جديد، تتحرر عناصر فحم **Co-A** على شكل جزيئين من CO_2

٣ من ٤ تفاعلات تؤكسد ذرات الهيدروجين وتتحد مع **NADP , NAD+** .

في حالة السوكسينات تنقل ذرات الهيدروجين بشكل غير مباشر إلى الفلافين أدنين نكلوتيد **(FAD)** وتتشكل جزيئة **ATP** يمكن ضم ماء.

الأنزيم **CTK** يتوضع على الجهة الداخلية للغشاء اليتوبلاسمي أو على الأغشية الميتزاصومي في الأحياء الدقيقة.

حلقة كريبس ليست ضرورية فقط للتنفس بل أيضا من أجل الصناعات البيولوجية الضرورية لحياة الكائن الدقيق.

غليكوكسلين **(CTC)** : هضم من بعض الأحياء الدقيقة لمصادر بسيطة لماءات الفحم.

في جميع تفاعلات الدهيدروجيناز في حلقة كريبس يكون مستقبل ذرات الهيدروجين المساعدات الأنزيمية **NADP+ , NAD+** ، تحمل بسلسلة من النواقل الإلكترونية مثل الفلافوبروتيد والكينون والسيتوكروم.

الفلافوبروتيد : نقل الإلكترونات من البيريميدن نكلوتيد المرجعة إلى الحامل التالي في السلسلة التنفسية كيتون والأكثر انتشار الأبوخينون **(Q)** (نواقل غير بروتينية كتلتها كبيرة وهي وسطية بين الفلافوبروتين والسيتوكرومات)

السيتوكرومات : تحوي البورفرين الحديدي " هيموغلوبين وميوغلوبين " تحدث أكسدة عكسية للحديد عند حمل الإلكترونات من قبل السيتوكرومات.

$$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^{-}$$

تحمل الإلكترونات المنتزعة من المادة العضوية المغذية بالتتالي خلال الحوامل المتوسطة : فلافوبروتين ، أبوخنيون و السيتوكرومات ومادام السيتوكروم مرجع فلا يحدث تنظيم مع الأكسجين الجزيئي ويميز التفاعل الأخير سيتوكروأوكسيداز بهذا التفاعل اللاعكوس والنهائي تدخل جميع سلسلة السيتوكرومات في وضع مؤكسد وتتحول جزيئة الأكسجين إلى ماء.

تفرز كمية كبيرة من الطاقة الحرة عند انتقال الإلكترونات على مختلف أجزاء السلسلة التنفسية ولاستغلال هذه الطاقة هناك آلية تضم في عملية واحدة الطاقة المفرزة على شكل روابط فسفورية غنية بالطاقة وعلى شكل **ATP** يسمى هذا التفاعل " الأكسدة والإرجاع "

في البكتريا الهوائية والاختيارية الهوائية يوجد سلسلة تنفسية لحمل الإلكترونات ونقلها.

أما البكتريا اللاهوائية لا تمتلك معظمها سلسلة تنفسية لحمل الإلكترونات ونقلها وبالتالي فإن وجود الأكسجين في الوسط يؤدي لنقل الهيدروجين مباشرة من الفلافين ديهايدروجيناز **FAD** إلى الأكسجين مما يؤدي إلى تشكيل ماء أكسجيني H_2O_2

والماء الأكسجيني سام لذا يبدد بسرعة بواسطة نوعين من الأنزيمات " الكتالاز وسبراكسيد ديسموناز " حيث أن هذه الأنزيمات لا توجد في البكتريا الهوائية.

إذا التنفس : نقل للإلكترونات من المواد العضوية إلى الأكسجين الجزيئي.

أما التخمر : انتزاع إلكترونات من مواد عضوية واستقبال أي مركب عضوي للإلكترونات.

الأحياء الدقيقة اللاهوائية تصرف كمية قليلة من الطاقة مقارنة مع الأحياء الهوائية.

بكتريا تعيش :

٥٩. بشكل **Chmolithotrophic** :

تحصل على الطاقة من أكسدة المواد اللاعضوية.

٦٠. أو بشكل **Chemoorganheterophic** :

يتحقق التمثيل الغذائي ، تملك سلسلة تنفسية **ATP**

الأكسدة غير التامة للمركبات العضوية :

بعض أنواع **Pseudomonas** وبعض الفطريات لا تؤكسد ماءات الفحم أكسدة تامة فيتجمع في الوسط حمض الغلوكونيك والفوماريك واللبن والخل وغيرها ويدعى تنفس هذه الكائنات بالهوائي.

الفرق بين الأكسدة غير التامة (فيها بوجود أكسجين) والتخمر (عدم وجود أكسجين) :

التنفس اللاهوائي :

أكسدة المواد العضوية أواللاعضوية باستقبال الإلكترونات من الأكسجين المرتبط في النترات والسلفات والكربونات في الشروط اللاهوائية (أكسدة كاملة).

تضمن طاقة أكبر من الطاقة الناتجة من التخمر وأقل بـ ١٠ % فقط مما هو عليه في التنفس الهوائي.

تملك الأحياء الدقيقة التي تقوم بالتنفس اللاهوائي سلسلة تنفسية ولكن بدلا من السيتوكروم أوكسيداز النهائي يحل محله نترات ريدوكتاز (في حال استعمال نترات).

٦١. الأحياء التي يتحقق فيها التنفس اللاهوائي على حساب النترات ⇦ هوائية اختيارية.

٦٢. الأحياء التي يتحقق فيها التنفس اللاهوائي على حساب السلفات ⇦ لا هوائية.

التغذية في الأحياء الدقيقة

طرق التغذية :

للأحياء الدقيقة بواسطة الامتصاص عبر الغشاء السيتوبلاسمي النفوذ وهي عملية استمرارية فالخلايا الميكروبية الحية لا تقع أبدا في توازن مع مواد الوسط المحيط بها والتي تنتقل خلال أغشيتها.

توجد ٤ آليات تدخل بمساعدتها المواد المغذية من خلال الغشاء السيتوبلاسمي في الخلية وهي :

١. الانتشار الخامل (السلبي) :

يحدث نقل المواد تحت تأثير اختلاف التركيز في حالة الإلكتروليتات أو في حالة الأيونات بين جهتي الغشاء السيتوبلاسمي.

الأكسجين والأيونات عن طريق الانتشار الخامل تمر بسرعات منخفضة جدا.

يتم النقل عن طريق جزيئات ناقلة متوضعة في الغشاء ترتبط مع جزيئات المحلول المغذي في الطبقة الخارجية وتنقلها إلى الداخل دون تغيير لجزيئات المادة الغذائية.

٢. الانتشار السهل :

يحدث نقل المواد تحت تأثير الاختلاف في تركيز مادة ما جهتي الغشاء السيتوبلاسمي إذ إن جزيئة المادة تتجمع مع جزيئة الناقل عند السطح الخارجي للغشاء ومن ثم يدخل الشكل المعقد من خلال الغشاء إلى الجهة الداخلية و من ثم يتفكك المعقد وتتحرر المادة الغذائية داخل الخلية ويعود الحامل عبر الغشاء إلى الجهة الخارجية ليتحد مع جزيئة مادة غذائية من جديد.

لا يحتاج هذا الانتشار إلى صرف طاقة (تركيز المادة في الداخل أعلى ⇦ تتحول المادة نحو الأسفل بسرعة التدرج الكيمأوي).

٣. النقل الفعال :

نقل المواد الغذائية بالتدرج الكيمأوي أو عكس تدرج التركيز (عكس الأولى).

يحتاج هذا النقل إلى طاقة ، يجب استغلال الطاقة للحفاظ على النقل الفعال من خلال التغيرات التي تطرأ على النواقل أثناء عملها حيث أنه :

- عندما تتجه النواقل إلى الجهة السطحية الداخلية يكون تركيز المواد المغذية قليلا.
- وعندما تتوجه النواقل إلى الجهة السطحية الخارجية يكون تركيز المواد المغذية عاليا.
- أي نقل معاكس لتدرج التركيز للحصول على الغذاء.

في حال غياب الطاقة لا يحصل تجمع للمواد داخل السيتوبلاسما.

إن حمل أي جزيئة خلال الغشاء السيتوبلاسمي يتطلب استهلاك جزيئة واحدة من **ATP**

في الغشاء السيتوبلاسمي للخلية الميكروبية (**E.coli**) تحوي حوالي ٨٠٠٠ جزيئة نقل تخدم في نقل اللاكتوز فقط (تعداد كبير).

نقل السكر للخلية يتم عن طريق (ناقل – مجموعات) تختلف عملية النقل هذه بان المادة الغذائية تظهر داخل الخلية على شكل صيغة كيميأوية وغالبا ما تكون على شكل إيتر فسفاتي. ويدخل السكر إلى الغشاء السيتوبلاسمي نتيجة ارتباطه مع أنزيم فسفرة ومن ثم يدخل الإيتر الفسفاتي إلى السيتوبلاسما.

تتكون الخلية الميكروبية من ٨٠ – ٩٠ % ماء يدخل في عداد كتلة الخلية العناصر التالية:

الكربون :

٥٠ % أهم عنصر وذلك من أجل الطاقة ، تتعلق قيمته الغذائية ببنيته الجزيئية التي يوجد فيها :

- الأفضل من المركبات العضوية التي تحتوي على عناصر فحم مؤكسدة جزئيا (**CHOH**) مثلا والتي تحوي وظائف كحولية أيضا.
- الأحياء التي تحوي عناصر فحم مرجعة كليا (**CH٢CH٢**) والعناصر التي تحوي على جذور ألكيلية والحموض الدهنية طويلة السلسلة.

- أما التي تحوي وظائف كربوكسيلية حمضية (**COOH**) فغير قابلة للهضم على الإطلاق.

يتعلق هضم المواد الغذائية بالتركيب الفراغي للجزيئات.

الخلية عادة تهضم المتشابهات فقط (السكر **D**+أحماض أمينية **L**).

تستهلك بعض الميكروبات النفط ، والمركبات الغازية الهيدروجينية والبارافين وبعض المبيدات . . الخ وعمليا لا توجد مركبات عضوية مستعصية على الأحياء الدقيقة.

الآزوت :

١٤ % تحتاج الأحياء الدقيقة للتغذية الآزوتية لتشكيل المجموعة الأمينية **NH٢** والأميدية **NH** في جزيئات الأحماض الأمينية والببردين والبيرمدين والحموض النووية وغيرها من المركبات.

NH٤ , NH٣ أكثر توفرا للأحياء الدقيقة حيث تدخل بسرعة للخلية وتتحول بسرعة أيضا إلى مجموعات أمينو وإمينو .

عند استخدام **NH٣** يتجمع في الوسط الأيونات المعدنية **(Cl-, HPO٤-٢, SO٤-٢)** حيث ينخفض الـ **PH** بشكل كبير.

وعند استخدام **NO٣** تبقى الأيونات المعدنية **(Mg+٢ , K+ , Na+)** حيث تؤدي إلى رفع قلوية الوسط.

أملاح الحموض النشادرية العضوية أكثر ملائمة للتغذية من الأملاح المعدنية النشادرية (حامضية).

الكبريت :

١ % ضروري لبناء مختلف مواد الخلية ويوجد الكبريت في الأحياء الدقيقة على شكل مركبات مرجعة من السلفيد و في النباتات الخضراء على شكل مركبات مؤكسدة من السلفات.

الفسفور :

٣ % يدخل في بنية :

١- مجموعة هامة من المركبات العضوية في الخلية الميكروبية (حموض نووية – مساعدات أنزيمية).

ومجموعة من المركبات العضوية الفسفورية
(. . . ADP , ATP)

يوجد الفسفور في الأحياء الدقيقة على شكل مؤكسد عكس الآزوت والكبريت .

البوتاسيوم :

يلعب دور في تمثيل ماءات الفحم وصناعة الجدار الخلوي وبعض الأعمال الحيوية الخلوية.

المغنزيوم : يدخل في بنية الكلورفيل البكتيري ومنشط لبعض الأنزيمات ، يوجد في الخلية بصرة أيونات أو في بنية مركبات عضوية غير ثابتة.

الكالسيوم : ضروري لنمو البكتريا مثل آزوتوباكتر.

الحديد : لا يعوض بالتغذية بالرغم من استخدام الأحياء الدقيقة له بكميات ضئيلة. يوجد في بنية المساعدات الأنزيمية والسيتوكرومات والأنزيمات الهيمينية التي تسهم في تنفس الأحياء الدقيقة. تعد أملاح الحديد الكبريتية مصدر للحديد.

عناصر نادرة :

نحاس يدخل في بنية البارفيرنات تعلب دور في نقل الأكسجين في عمليات التنفس.

مولبيدين : يدخل في تركيب النتروكيناز التي تشارك في عملية تثبيت الآزوت الجوي.

تحتاج الأحياء الدقيقة لعوامل نمو مثل التيمين والمواد الشبيهة بالفيتامينات وغيرها.

أنماط التغذية :

تقسم الأحياء الدقيقة حسب استخدامها لمصادر الطاقة المختلفة إلى:

١. **Phototrophic** : (مصدر الطاقة الأشعة الشمسية).

Photolithaftatrophic : تستغل الطاقة الشمسية لصناعة مواد مختلفة عن طريق التركيب الضوئي.

ينتسب لهذه المجموعة :

٦٣. سيانوباكتر : تقوم كالنباتات الخضراء :

$$CO_2 + H_2O \ (Lig \rightarrow ht) \ (CH_2O)n + O_2$$

٦٤. البكتريا الخضراء.

٦٥. البكتريا الأرجوانية الكبريتية (لا هوائية إجبارية)

$$CO_2 + H_2S \ (Lig \rightarrow ht) \ (CH_2O)n + H_2 + 2S$$

$$3CO_2 + 2 S + 5 H_2O \ (Lig \rightarrow ht) \ (CH_2O)n + 2H_2SO_4$$

٢. **Chemotropic** :

(مصدر الطاقة المركبات العضوية واللاعضوية)

Chemolithotrophic : وهنا مصدر الطاقة من أكسدة المركبات اللاعضوية عن طريق التمثيل الكيميأوي الذي اكتشف في بكتريا الحديد وبكتريا التآزت.

Chemoorgane heterotrophic : وهنا مصدر الطاقة من المركبات العضوية فقط ينتسب لهذه المجموعة أحياء دقيقة هوائية ولا هوائية مقيمة في التربة.

توجد كائنات على شكل **Paroslte** تسكن داخل الخلايا الحية كالركتسيا.

من أنماط التغذية :

- **Photolithoa phototrophic** : للنباتات الراقية والآشنيات والبكتريا التي تحتوي على أصبغة في خلاياها.

- **Chemoorgano heterotrophic** : للحيوانـات والفطريـات وعديـد مـن الأحياء الدقيقة.
- **Hemolithoa phototrophic** : (الاختياريــة) تنتقــل مــن نمــط تغذية **Chemolithoa phototrophic**
- إلــى نمــط تغذيــة **Chemoorgano heterotrophic** فهــي مؤكســدة للهيدروجين.
- Chemolithoa phototrophic : (الإجباريـة) لا تسـتطيع النمـو بغيـاب المانح للإلكترون من المادة العضوية مثل بكتريا التآزت.
- **Mixotrophic** : (تغذية مختلطة) تستخدم بوقت بواحد مختلف إمكاناتها.
- **Mitelotrophic** : تستخدم مركب واحد (ميتان أو ميتانول) كمصدر للطاقة تسمى المستخدمة للفحم رقم **C١**
- **Mitelotrophic** : يحتـوي علـى إجباريـة تعـيش بوجـود مركـب فحمـي واحـد – واختيارية ينمو على أوساط تحوي مواد أخرى.
- **Autotrophic** : أحياء دقيقة ذاتية التغذية تستخدم **CO٢** مصدر للفحم لتصنع منه مركبات كربوهيدراتية ضرورية للخلية.
- **Heterotrophic** : أحيـاء دقيقـة غيـر ذاتيـة التغذيـة تحصـل علـى الفحـم مـن معقدات مرجعة من المركبات العضوية.
- **Organotrophic** : تحصل على الطاقة من المواد العضوية.
- **Lithotrophic** :تحصل على الطاقة من أكسدة المواد اللاعضوية.

فيروسات:

تعتبـر الفيروسـات عوامـل خلويـة بعضـها يسـبب أمراضـا وبعضـها يسـبب خطوطـا جميلة متعددة الألوان (موزاييك أزهار التوليب) لكن تعد جميعها طفيليات إجبارية وهي

لا تعتبر كائنات حية دقيقة ، صعبة العزل حيث تعزل على شكل بلورات كيميائية.

Wamovski : قال إن عصارة النباتات المصابة تحتفظ بقدرتها على العدوى حتى ترشيحها

Stanly :الفيروسات بروتينات متبلورة شديدة العدوى (حية) ولا تملك آلية استقلاب خاصة بها وتعتمد على العائل للنمو (غير حية).

Bejerinck : الفيروس ليس بكائن حي وإنما يوجد مادة ذائبة في السائل المعدي تسبب العدوى (ترسيب فيروس بالكحول).

Maxtheiber : نضعف القدرة المرضية لفيروس الحمى الصفراء بنقله على مزارع أجنة الدواجن بشكل متتالي.

الصفات العامة للفيروسات : تتشكل الأجسام المكتنفة في سيتوبلاسم الخلايا المصابة بالفيروسات ويفيد وجودها في تشخيص بعض الأمراض الفيروسية.

درست الفيروسات بالمجهر الإلكتروني وبأشعة **X**

بنية الجزيئات الفيروسية وتركيبها :

تتركب الفيروسات من جزيئات حمض نووي واحد **DNA** أو **RNA** يضفي عليها قدرة الإصابة وهذا الحمض متوضع بشكل حلزوني محاط بغلاف ذي طبيعة بروتينية ، يتألف الغلاف البروتيني من عدد كبير من تحت وحدات بروتينية التي تتكون من جزيء أو عدد من الجزيئات **البروتينية تترتب في أحد نظامين :**

٦٦. الفيرون العادي.

٦٧. الفيرون المحاط بغلاف آخر شحمي أو شحمي بروتيني لذا يكون حساس للمواد المذيبة (كلوروفورم أشكال الفيروسات):

بعضـها يشـبه البلـورات الصـغيرة وأخـرى عصـوية الشـكل والحلزونيـة المغلفـة والفيروسات المعقدة التي بعضها يحاط بغلاف والآخر لا يحاط مثل البكتريوفاج.

●وظيفة الغلاف البروتيني (الكابسيد) :

١. حماية الحمض النووي.
٢. تركيب مولدات الضد للفيروسات.
٣. تحديد شكل وحجم الفيروس.
٤. يساعد على التصاق الفيروس بالخلية الحساسة ولاسيما في الفيروسات العادية.

تتصف الفيروسات النباتية باحتوائها على **RNA** وقليل منها يحتوي على **DNA** أما الحيوانية فبعضها يحتوي **DNA** والآخر **RNA** .

تكون نسبة الحامض النووي في الفيروسات الكروية أعلى من مثيلتها في الفيروسات العصوية.

أبعاد الفيروسات :

تقدر بأحد الطرق التالية :

٦٨. ترشيح الفيروسات على أغشية الكولوديون ذات ثقوب محددة.
٦٩. باستخدام المجهر الإلكتروني.
٧٠. باستخدام جهاز الطرد المركزي التحليلي.

من صفات الفيروسات :

١- يحتوي الفيروس على أحد الأحماض النووية **RNA , DNA**
٢- يدخل في عملية التكاثر الحمض النووي فقط.
٣- لا يخضع الفيروس لعملية الانقسام الثنائي.

٤- ينقص الفيروس التركيب الوراثي اللازم لتكوين النظام المسؤول عن إنتاج الطاقة.

٥- لا تستطيع الفيروسات التكاثر خارج خلايا العائل فهي تعتبر أجساما متطفلة إجباريا.

منشأ الفيروسات :

لا توجد معلومات أكيدة عن أصل الفيروسات هناك عدة فرضيات منها ما يعتبرها أصنافا لكائنات غير خلوية ومنها تعتبر الفيروسات أجساما غير مستقلة التكوين نشأت من المادة الوراثية للخلايا الحية ومنها ما يعتبرها شكل من أشكال الكائنات الحية المتطفلة فقدت نتيجة لاستمرار تطفلها عدد كبير من مكوناتها النباتية (جدار – غشاء . . .) والفرضية الأخيرة توضح أن هذه الأجسام ليست إلا صورة أولية في سلم التطور تحتل مركز وسط بين التطورين الكيميائي والحياتي.

العدوى الفيروسية وتكاثر الفيروس في الخلية :

يحتاج الفيروس أحيانا إلى عائل آخر لإتمام دورة حياته كما هي الحال عند الفيروسات التي تنتقل عن طريق الحشرات ولا تعد العدوى كاملة بمجرد دخول الفيروس إلى الخلية.

لا تملك الفيروسات القدرة على التكاثر أو القيام بأية عمليات استقلابية خارج جسم العائل يزداد عدد الفيروسات بالتضاعف **وفق المراحل التالية :**

١- الارتباط أو ادمصاص الفيروس على خلية العائل :

تتضمن هذه المرحلة ارتباط جزئيات الفيروس بمراكز استقبال نوعية موجودة على سطح الخلية وقبل هذه العملية تقترب جزيئات الفيروس من الخلية بآلية كهربائية ساكنة تتطلب وجود أملاح غير عضوية كالكالسيوم والمغنزيوم لمعادلة الشحنات السالبة لكل من الفيروس والخلية.

٢- الاختراق أو دخول الفيروس إلى الخلية ونزع الغلاف البروتيني :

لا يقوم الفيروس هنا بأية مهمة إيجابية حيث تقوم الخلية بالتهام الفيروس وكأنه جسم غريب بعدها تبدأ الخلية بهضم غشاء وغلاف الفيروسات بوساطة أنزيمات تفرزها الخلية ويبقى الجزء الوراثي للفيروس الذي يقأوم تأثير الخلية.

٣- التضاعف الحيوي الكيميائي وتجمع الوحدات الفيروسية :

يعد الحمض النووي الفيروسي هو المسؤول عن تكوين كل من البروتين والحمض النووي للفيروس الجديد ، حيث يتم تكوين البروتين الخاص بالكابسيد في الريبوزومات بينما يختلف تكوين كل من البروتين والحمض النووي للفيروس حسب نوعه تدخل البروتينات الخاصة بالخلية بالحمض النووي الفيروسي وعند توقف تركيبها للبروتينات الخاصة بها تبدأ بتركيب البروتين والحمض النووي للفيروس ويسخر الفيروس كل من **ATP** والجسيمات الريبية والحمض النووي والأنزيمات الخلوية وبعض عمليات الاصطناع الحيوي في الخلية لصالحه عندها تصبح الفيروسات قادرة على تركيب المكونات الأساسية اللازمة لها وتجميع هذه المواد في الفيرونات الناضجة إما في سيتوبلاسم الخلية المصابة أو في نواتها.

٤- الانطلاق أو التحرر :

تختلف بآلية التحرر باختلاف الأنواع الفيروسية بعضها يتحرر بعد انحلال الخلية المصابة أو انفجارها وبعضها يتحرر بدون تحلل الخلية أو انفجارها نتيجة خروج الفيروسات ببطء والناجم عن بطء مرحلتي النضج والانطلاق.

يمكن أن تتحول الخلية المصابة بعد مرحلتي الامتزاز والاختراق إلى خلية سرطانية لا تلبث أن تنقسم تعطي خلايا سرطانية مشوهة.

هناك عدة احتمالات لتفسير قدرة الفيروسات على إجبار الخلايا المصابة على تجهيز البروتين والأحماض النووية الفيروسية اللازمة **لتكاثرها :**

١) وجود الفيروسات داخل الخلايا يزيد من إفراز الفيروس للأنزيمات التي تلعب دور في تكوين الجزيئات الفيروسية الجديدة من مكونات خلاياها.

٢) وجود الفيروس داخل خلايا العائل يؤدي لتكوين مواد أولية لجزيئات الفيروس التي تنشط فقط بوجود الفيروس.

٣) يمكن أن يكون للفيروس دورة حياة يمضيها داخل خلايا العائل.

إن جزئيات بعض الفيروسات الكروية قد تتكاثر عن طريق انقسام جزيئاتها.

تدخل الفيروسات إلى الأعضاء النباتية عن طريق الجروح أو الخدوش فيها وليس نتيجة نشاط الأنزيم نفسه.

وتصل الفيروسات إلى هذه الجروح بالملامسة عن طريق احتكاك أوراق النبات أو الحشرات الناقلة للفيروس وتنتشر إلى بقية أجزاء النبات عن طريق التحرك من خلية لأخرى عبر الخيوط البلازمية وهي حركة بطيئة (٨ خلية باليوم) وتزداد الحركة بارتفاع درجة الحرارة ، حركتها داخل اللحاء أسرع من الأوعية الخشبية.

في كثير من الحالات لا يهاجم الفيروس القمم النامية في السوق والجذور وتبقى خالية أو بها كمية قليلة جدا ويعود ذلك لسببين :

١- نمو القمم النامية أسرع من انتقال الفيروس من خلية لأخرى عبر الخيوط البلازمية لأنها خالية من الحزم الوعائية أو تكون صغيرة جدا.

٢- الحالة الكيميائية والحيوية عند الانقسام غير ملائمة لتكاثر الفيروس.

طبيعة الفيروسات :

يمكن القول بأن الفيروسات عبارة عن خلايا صغيرة متطفلة إجباريا وان بعضها عديمة الحياة تتكون من بروتينات ذات وزن جزيئي عال ولها القدرة على أن تجعل الخلايا الحية القابلة للإصابة غير طبيعية وأنها قادرة على إنتاج مزيد من بروتين ذي وزن جزيئي عال.

ظاهرة التداخل الفيروسية :

يحمي الفيروس الذي يدخل إلى جسم الإنسان والحيوان خلايا العائل المضيف من الإصابة بفيروس ثان يدخل إلى جسم الإنسان أو الحيوان في وقت لاحق. وآلية التداخل تتلخص بأن الفيروس المتداخل (الأول) يقوم بالتفاعل مع المستقبلات الموجودة على سطح الخلية المصابة فتصبح عندها غير فعالة وغير مهيأة لاستقبال الفيروس الثاني.

أو أن الفيروس الأول المتداخل بعد تكاثره لدرجة كبيرة يستطيع تكوين مادة مانعة تعرف باسم (المادة المتداخلة أو الانتروفيرون) وهي التي تمنع دخول وتكاثر الفيروس الغازي الثاني.

إن ظاهرة التداخل الفيروسي وقائية لبعض الأمراض الفيروسية شديدة الوبائية كما أنها ذات عمر محدود وقصير حيث تعطي مناعة سريعة للخلية خلال ٢٤ ساعة نتيجة تكوين المواد المتداخلة.

المادة المتداخلة (الانتروفيرون) :

وهي عبارة عن مواد دفاعية تنتجها الخلايا المهاجمة من قبل الفيروس كرد فعل طبيعي وهي عبارة عن مجموعة من المواد الطبيعية تتكون من بروتينات سكرية معقدة التركيب نسبيا تشبه الأنزيمات في تخصصها الوظيفي تمتاز بان لها القدرة على إبادة

عدد كبير من الفيروسات الممرضة سواء تحوي على **DNA** أو على **RNA**.

آلية عمل الانتروفيرون :

تحرض الإصابة الفيروسية على تكوين الانتروفيرون الذي يخرج من الخلية بعد ذلك يرتبط الانتروفيرون بمستقبل سطحي لخلية غير مصابة ويحرض على تكوين ٣ أنزيمات جديدة (بروتينات مضادة للفيروسات) تحد هذه البروتينات ترجمة **mRNA** الفيروسي استخدمت هذه المادة (الانتروفيرون) لمعالجة السرطان الفيروسي بعزلها بشكل نقي وهذه المادة تعد غير سامة ويمكن إعطاءها بجرعات كبيرة وهي يجب أن تكون خالية من مولدات الضد خارجية المنشأ.

طرق زرع الفيروس :

١. الزرع في حيوانات التجربة :

كالفأر الأبيض والأرانب وذلك عن طريق الحقن بمعلق فيروسي وتختلف أماكن الحقن باختلاف نوع الفيروس فمثلا يحقن فيروس الكلب في فخ الفأر الأبيض بينما يحقن فيروس الجدري في قرنية الأرانب.

٢. الزرع في أجنة الدجاج :

تحقن البيضة بفيروس مراد دراسته ثم نغلق ثقب البيضة بشمع البارافين ونضع البيضة بدرجة حرارة ٣٦ –٣٨ م لفترة من الزمن ثم يحفص كل يوم التغيرات المرضية المختلفة على الجنين. تستخدم هذه الطريقة لإنتاج اللقاحات كاللقاح الجدري.

٣. الزرع النسيجي :

تعتمد على زراعة نسيج معقمة في محلول معقم من الأملاح والغلوكوز المضاف إليه الدم أو خلاصات أجنة ثم تلقح هذه النسج بالفيروسات المراد تنميتها وتحضن لفترة من الزمن تستخدم هذه الطريقة للحصول على اللقاحات.

٤. الخثرات البلازمية :

توضع خثرة دم في كيس في الكولوديون ذي ثقوب محددة ثم تلقح هذه البلاسما بقطع من الأنسجة الحية الحأوية على فيروسات نقية.

الفيروسات البكتيرية :

هي فيروسات تصيب الخلايا البكتيرية اكتشفها العالمين **Twort , D.Herelle** حيث لاحظا منفردين بأن المزارع البكتيرية المعوية السائلة وخاصة التي تسبب إسهال يمكن أن تتحلل عند إضافة رشاحة مياه قذرة خالية من البكتريا وبترشيح هذه المزارع وبإضافة الراشح لمزرعة حديثة تحلل بدورها هذه المزرعة لنفس البكتريا ويزول عكرها وقالا بأن في الرشاحة عاملا أدى انحلال هذه البكتريا وسماه بالملتهم (فاج) وسميت العملية عملي التهام البكتريا (باكتريوفاج).

واعتقد تورت أن انخفاض عدد البكتريا في الأنهار الملوثة بشدة في الهند وبأماكن أخرى نتيجة (الباكتريوفاج).

الخصائص البنيوية والظاهرية للفيروسات البكترية :

تتشابه مع الفيروسات وتتميز باحتوائها على رأس منتظم الشكل (سداسي غالبا) وذيل تمر عبره الحموض النووية الفيروسية إلى الخلية المضيفة وقاعدة يتثبت بها الملتهم على البكتريا. يحتوي البكتريوفاج على الحمض النووي **DNA**

عزل وزراعة الفيروسات البكترية :

يمكن ذلك باستخدام خلايا بكتيرية من مزارع فتية ونشطة وسائلة مضاف إليها ملتهم فعال يؤثر في هذه البكتريا يمكن فصل الفيروسات من المزارع الشفافة بالطرد المركزي والترشيح ثم التعقيم بالكلورفورم ويمكن أيضا على سطح الآجار المغذي تظهر دائما مناطق دافئة تمثل التحلل المحلي لغطاء بكتيري.

تضاعف الفيروسات المتحللة :

نميز نوعين من تحلل البكتريا المصابة بفيروس معين :

١- البكتريوفاج التحللي : يحلل البكتريا وتتم دورة حياته بعد مراحل :

١) مرحلة تثبيت وادمصاص الملتهم على الخلية البكترية :يتوقف تثبيت الملتهم على البكتريا على تركيز كل من الملتهم والبكتريا ووجود بعض العوامل المساعدة كالكالسيوم وإن كلا من خلية العائل والفاج تحمل شحنات سالبة وأيضا وجود مستقبلات نوعية ضروري وقد تكون معقد شحمي (سكري أو بروتيني) حسب نوع الفاج عن فقدان المستقبل أو الجدار الخلوي يمنع تثبيت الملتهم على البكتريا.

٢) مرحلة دخول الحمض النووي **DNA** للملتهم إلى داخل الخلية البكتيرية : يبدأ بتقلص الغمد الخارجي تحت تأثير مواد ناتجة من تحلل طبقة السكريات المخاطية للجدار الخلوي بواسطة أنزيمات موجودة في قاعدة الملتهم.

٣) مرحلة تكاثر الملتهم داخل الخلية البكتيرية : يختفي الحمض النووي **DNA** الداخل للخلية البكتيرية وتتوجه أنزيماتها وبروتيناتها لصناعة مواد فيروسية جديدة ، تصنع الخلية البكتيرية خلال ١٢ دقيقة كمية من **DNA** الخاص بالملتهم تكفي لتكوين ٥٠ – ٦٠ ملتهم.

٤) مرحلة النضج وانحلال الخلية البكتيرية : تتشكل في الدقيقة ٢٥ عدد من الملتهمات نحو ٢٠٠ وحدة فيروسية تهاجم الجدار الخلوي من الداخل للخلية العائل فتنفجر محررة الملتهمات التي تنطلق للخارج وتعود لمهاجمة خلية سليمة جديدة

٢- البكتريوفاج المعتدل : هنا يلاحظ عند حقن **DNA** داخل الخلية البكتيرية أن هذه الخلية تبقى حية ولا تحلل لأن **DNA** لا يسيطر على وظائف الخلية وإنما يثبت

على DNA العائل ويصبح مورثا في الكروموزم البكتيري وينتقل من الخلية الأم إلى الخلية البنت المتشكلة من انقسامها على مدى أجيالها المختلفة ويدعى " طليعة الملتهم " ويفسر عدم نشاط الملتهم داخل الخلية بوجود مادة مانعة تثبط تكاثر الملتهم داخل الخلية تصنعها في الخلية البكتيرية سامحة للخلية بالنمو والتكاثر.

أحيانا يصبح طليعة الملتهم قادرا على التحول إلى ملتهم نشيط وذلك :

إما ذاتيا أو تلقائيا نسبته ١/١٠-٢ – ١ / ١٠٦

أو بواسطة أشعة **UV** أو **X** أو ماء أكسجيني أو بوساطة مواد كيميائية تمنع تثبيط تكاثر الملتهم.

عند تحول طليعة الملتهم إلى ملتهم فعال فإن الملتهم الجديد لا يكون كاملا ويسمى " الملتهم الناقص " وهي غير قادرة على حل الخلية لعدم قدرتها على تكوين أنزيمات حالة للجدار الخلوي وتستطيع هذه الملتهمات الخروج عند موت الخلية أو بتأثير أنزيم الليزوزيم.

تطبيقات عملية للملتهمات البكتيرية :

١. في المعالجة : كمعالجة المكورات العنقودية أو عصيات القيح الأزرق أو الإسهالات وليس لها أهمية أمام المعالجة بالمضادات الحيوية أو السلفاميدات.
٢. في الصناعة : في صناعة الأجبان والمضادات الحيوية.
٣. في تصنيف البكتريا : أظهر البكتريوفاج الفروق البسيطة بين السلالات البكتيرية وذلك بتأثير كل ملتهم في نوع معين من البكتريا ويحللها فتصنف حسب تحسس هذه البكتريا للملتهمات.
٤. اكتشاف له أهمية في علم البكتريا وعلم الفيروسات وعلم الوراثة ، قدم معلومات كانت مجهولة.

النمو والتكاثر في الأحياء الدقيقة

النمو :

يقصد بنمو البكتريا زيادة أعداد الخلايا بشكل منتظم وليست الزيادة في الحجم(الزيادة في الكتلة الخلوية خلال النمو توافق كل مكونات الكائن الحي).

يتحدد نمو الكائنات الدقيقة عن طريق تحديد :

- الكثافة المكروبية (الكتلة الخلوية).
- التركيز الخلوي.

النمو غير المتوازن :

وذلك عندما تزداد الكتلة الخلوية بتركيب بعض المكونات أو مكون واحد فقط وليس كل المكونات وعندها تكون الانقسامات الخلوية مثبطة نهائيا.

إن نقص أي عامل من العوامل الضرورية للنمو يؤدي إلى وقفه.

قياس النمو :

يقاس النمو بقياس عدد الخلايا المتكونة نتيجة الانقسام إن طرائق قياس النمو تعتمد على طبيعة النمو نفسه.

إما تعتمد على الزيادة المنتظمة لكل مكونات الكائن الحي.

أو بقياس نشاط واحد أو أكثر من النظم الأنزيمية.

تقسم طرائق قياس النمو إلى :

A. قياس الكتلة الخلوية :

هو قياس يحدد كمية المواد الموجودة في الكائن الحي الدقيق أو عدة كائنات وتتم هذه الطرائق :

- إما بصورغيرمباشرة.
- أو بصور مباشرة : [تحديد الوزن الجاف أو الرطب – تقدير مكون من المكونات الأصلية كالآزوت].

صعوبة هذه الطرق :

ليست حساسة جدا لأن من الصعب تحديد دقة وزن جاف لأقل من ١ ملغ ويوازي ١ – ٥ مليارات خلية بكتيرية.

الطرائق المباشرة المستخدمة في قياس الكتلة الخلوية :

١) تقدير الوزن الرطب :

تستعمل في حالة المزارع السائلة تفصل الخلايا بالطرد المركزي وتغسل بالماء المقطر إزالة الأملاح والمواد المغذية الموجودة في سوط ثم تعلق هذه الخلايا في حجم من الماء المقطر الفيزيولوجي المعقم مس أو للحجم الأصلي للمزرعة وعندها يقدر وزن حجم معلوم (١) معلوم من المعلق الناتج.

٢) تقدير الوزن الجاف :

بعد تجفيف حجم من المعلق السابق على درجة حرارة ١٠٠ –١٠٥ م لمدة ١٢ ساعة توزن الخلايا.

أحيانا يقدر الوزن الجاف مباشرة بأنه يشكل ١٠ % من الوزن الرطب لكن تختلف هذه النسبة حسب الأجناس البكتيرية.

٣) تقدير محتوى الخلايا من الآزوت :

يعتمد على أساس أن البكتريا تتكون من مواد بروتينية والآزوت هو أهم مكونات البروتين لذا تكون كمية الآزوت متناسبة مع عدد الخلايا ، نجمع الخلايا بالطرد المركزي ثم غسلها ثم تحليل كيميائي لتقدير الآزوت.

يمكن تقدير كمية الآزوت مباشرة بأن نسبة الآزوت في البروتين البكتيري = ١٤ % من الوزن الجاف للخلايا.

لا يمكن إجراء هذه الطريقة إلا في العينات الخالية من أي مصدر آزوتي غير آزوت الخلايا البكتيرية. وكذلك لا يمكن استعمالها إلا في المعلقات الكثيفة.

يمكن تقدير النمو البكتيري بتقدير حجم الخلايا دون وزنها بمعاملة المزرعة البكتيرية بقوة طاردة مركزية عالية السرعة في أنابيب طرد مركزي مدرجة من الأسفل إلى الأعلى.

الطرق غير المباشرة المستخدمة في قياس الكتلة الخلوية :

١-قياس درجة التعكير :

في البيئة التي تتوقف على عدد الخلايا الموجودة. تعتمد هذه الطريقة على مبدأ الشعاع المار خلال معلق ما يمتص جزء منه ويتبعثر ، ويتناسب هذا الجزء مع الكتلة الخلوية الموجودة في مسار الشعاع ويقاس بأجهزة خاصة. تعد هذه الطريقة أفضل الطرق رغم أنها غير دقيقة بسبب عدم وجود شفافية متماثلة للخلايا المختلفة للأنواع و المكونات الأخرى للمزرعة. وتحتاج إلى معلقات متجانسة وكميات كبيرة من الخلايا.

٢-قياس النمو عن طريق تحديد قدرة الخلايا على هدم المواد (النشاط الحيوي) :

يمكن قياس النمو للكائن أو عدة كائنات دقيقة بتقدير الزيادة في كمية أنزيم معين أو بتقدير الزيادة في معدل النواتج النهائية التي تحدث لأحد مكونات البيئة.

B. قياس التركيز الخلوي (عدد الخلايا البكتيرية) :

١) طريقة بريد :

تعتمد هذه الطريقة على نشر حجم من معلق بكتيري (٠.٠١ مل) فوق مساحة محدودة قدرها ١ سم٢ من سطح شريحة زجاجية ثم يجرى تجفيف وتثبيت للغشاء الناتج ويلون بإحدى الصبغات كأزرق الميتلين ثم تعد الخلايا في عدة حقول مجهرية فقط ١ سم٢

عدد الحقول في ١سم٢ =

مساحة الحقل المجهري

يكون عدد الخلايا في كمية ٠.٠١ مل = متوسط عدد الخلايا في الحقل المجهري الواحد × عدد الحقول المجهرية في الغشاء

٢) طريقة شرائح العد :

الشريحة سميكة ويوضع المعلق في حفرة صغيرة بجوفة عمقها ٠.٠٢ مم وقاعها مقسم لمربعات ومساحة كل مربع ٠.٠٠٢٥ مم٢ ثم يغطى المعلق بساترة وتعد البكتريا في كل مربع بواسطة المجهر في الحقل المظلم أو مجهر متباين الأطوار فالخلايا تكون غير مصبوغة.

العدد الكلي للبكتريا في ١سم٣ = متوسط عدد الخلايا بكل مربع × ٢٠ مليون

العدد هنا يشمل الخلايا الحية والميتة لعدم التمييز ولا تعتبر صالحة لعد البكتريا في البيئات الصلبة كالتربة مثلا.

الخلايا بشكل غير مباشر :

تعتمد على مبدأ أن كل خلية حية منعزلة عن الخلايا الأخرى يمكنها أن تنمو وتعطي مستعمرة على سطح الآجار في بيئة وظروف مناسبة ، أي يمكن تحديد عدد الخلايا الحية في المادة الأصلية عن طريق عد المستعمرات المتكونة على سطح الآجار. هذه الطريقة أكثر الطرق حساسية لتقدير نمو البكتريا لكنها تحتاج لوقت وأدوات وعدد الخلايا المستحصل عليها بهذه الطريقة أقل من الواقع وتمثل ١ – ١٠ % من العدد الكلي الفعلي.

دورة النمو :

في الشروط المثالية للنمو والتكاثر تزداد كمية المادة الحية تبعا للوقت وفق تزايد هندسي وليس حسابي .

نمو الكائنات الحية وحيدة الخلية :

الوقت الجيلي :

هو الوقت اللازم لتضاعف عدد البكتريا خلال مرحلة النمو ، ويختلف باختلاف السلالة البكتيرية وعوامل أخرى ويترأوح عادة بين ٢٠ دقيقة إلى عدة ساعات.

طبيعة النمو لوغاريتمية في الكائنات الحية وحيدة الخلية فمعدل النمو لا يعبر عنه فقط بزيادة عدد الخلايا بوحدة الزمن وإنما بعدد انقسامات الخلية في وحدة الزمن أيضا.

يمثل منحنى النمو اللوغاريتمي مستقيم وميله يعبر عن معدل النمو بشكل حلزوني فكلما كان كبيرا كان النمو كبيرا والعكس صحيح.

حساب معدل النمو و الوقت الجيلي :

أولا يجب معرفة عدد الخلايا الموجودة في زمنين **T٢ , T١** لمزرعة في مرحلة نموها اللوغاريتمي فيكون :

Log٢ N٢ – Log٢ N١ = عدد الأجيال من **T١** إلى **T٢** لوغاريتم ثنائي

Log١٠ N٢ – Log١٠

ـــ = عدد الأجيال من **T١** إلى **T٢**

٠.٣٠١

لوغاريتم عشري

حيث : **N١** : عدد الكائنات الموجودة في زمن **T١**

N٢ : عدد الكائنات الموجودة في زمن **T٢**

مثال : خلية بكتيرية تعطي مليارا من الخلايا لذا

جيل ٢٣.٢ = ٩ – ٢ / ٠.٣٠١ = **Log١٠ (١٠+٩) – Log١٠(١٠٠)** =

عدد الأجيال

٠.٣٠١ اللوغاريتم العشري للعدد ٢

يمكن أن نعبر عن معدل النمو بعدد الأجيال في وحدة الزمن فمثلا إذا لزم ١٠ ساعات لـ ١٠٠ خلية بكتيرية لتصبح مليارا فمعدل التزايد في الساعة ٢٣.٣/١٠ أو ٢.٣٣ جيل في الساعة .

يمكن أن نعبر عن معدل النمو بالوقت الجيلي أو وقت التضاعف ففي المثال السابق يكون وقت التضاعف ٦٠د / ٢.٣٣ = ٢٥ د

منحنى النمو البكتيري :

إن النمو اللوغاريتمي الذي يميز الكائنات البكتيرية وحيدة الخلية لا يمكن أن يستمر طويلا في الطبيعة مثله في المخبر.

يتمدد نمو المزارع البكتيرية بنفاذ الأغذية الضرورية أو بتكديس المواد السامة.

يتألف منحنى النمو لخلية بكتيرية من ٤ أطوار :

- طور الركود.
- طور النمو اللوغارتيمي.
- طور الثبات.
- طور الموت.

١- طور الركود (الطور التمهيدي) :

هو الوقت الذي يتأخر به النمو الحقيقي عن النمو المثالي والنمو المثالي هو النمو الذي يمكن ملاحظته بغياب طور الركود ، يبدأ هذا الطور بعد نقل كمية من

البكتريا إلى وسط مغذ جديد ، لا يلاحظ خلال هذا الدور أية زيادة في أعداد الخلايا حيث تتوقف الخلايا عن الانقسام.

تقصر مدة هذا الطور إذا كانت كمية اللقاح (الخلايا) كبيرة وكذلك إذا كانت خلايا التلقيح حية ونشطة وكان الوسط الجديد مناسبا للنمو وكان عمر الخلية في مرحلة نمو لوغاريتمي ، وعلى العكس تطول مدة هذا الطور إذا كانت كمية اللقاح قليلة وكانت الخلايا قديمة وكان تركيب الوسط الجديد يختلف عن القديم.

يكون الطور قصيرا عند البكتريا المحبة للحرارة المرتفعة وطويلا عند البكتريا المحبة للحرارة المنخفضة.

على الرغم من عدم وجود زيادة في عدد الخلايا خلال هذا الطور فلا يعتبر طور ساكن بل تستمر خلاله جميع النشاطات الحيوية وعليه تمهد الخلايا في هذا الطور نفسها للانقسام السريع عن طريق ترميم الجروح التي تصيبها خلال عملية النقل من جهة والتلاؤم مع الوسط الجديد من جهة ثانية. في نهاية هذا الطور تنقسم كل خلية انقساما ثنائيا ولكن ليس كل الخلايا في وقت واحد وإنما بشكل تدريجي.

٢- طور النمو اللوغاريتمي :

جميع الخلايا تكون حية ويبلغ عدد الخلايا أقصاه في هذا الطور ويكون لهذه الخلايا بنية موحدة من حيث التركيب الكيميائي وعمليات التمثيل الغذائي وكذلك بعض الخواص الفيزيولوجية الأخرى.

تعد فترة هذا الطور قصيرة نسبيا و لا يمكن أن تستمر طويلا بسبب نشاط الكائنات الدقيقة الذي يؤدي إلى توقف الانقسام.

يمكن إطالة هذا الطور بجهاز الكيموستات وتعتمد هذه الفكرة على تجديد البيئة.

٣- طور الثبات :

يبقى عدد الخلايا في هذا الطور ثابتا عند قيمته العظمى إلا أنه قصير بالنسبة للكائنات الدقيقة الحساسة جدا للوسط غير الملائم.

إذا معدل التكاثر في هذا الطور = معدل الموت

عدد الخلايا الكلي = عدد الخلايا الحية ⇔ عدد الخلايا = عدد الخلايا الميتة

تبقى المزرعة البكتيرية عدة ساعات وحتى عدة أيام قبل بدء موت الخلايا علأوة على ذلك تقوم بعض البكتريا بتشكيل تراكيب مقأومة كالأبواغ الداخلية التي يمكن أن تبقى حية لمدة طويلة وبالتالي يزداد طور الثبات.

يلاحظ أحيانا أن العدد الكلي للخلايا يستمر بالزيادة مع أن عدد الخلايا يبقى ثابتا وذلك لأن النمو يستمر ولكن بشكل مكافئ لموت الخلايا.

تشاهد هذه الحالة في المزارع البكتيرية تحت تأثير عدة عوامل :

١) قلة الغذاء.

٢) تراكم المواد السامة.

٣) التزاحم.

٤) كمية الأكسجين.

لإطالة هذا الطور أهمية اقتصادية وعلمية كبيرتين تفيد في حفظ المزارع من جهة وتقليل عمليات النقل إلى بيئات جديدة من جهة أخرى وكذلك إبقاء الخلايا منتجة لأطول فترة خاصة في حال كون نواتج التمثيل ذات أهمية اقتصادية.

٤- طور التناقص [الهبوط – الموت] :

تتناقص في هذا الطور عدد الخلايا الحية وتزداد أعداد الخلايا الميتة. تبدأ الخلايا بالموت بمعدل لوغاريتمي معاكس لمعدل النمو اللوغاريتمي حيث تتناقص

الخلايا وفق متتالية هندسية تبعا للوقت حتى تصبح المزرعة خالية من أي خلية بكتيرية.

أحيانا يبقى عدد ضئيل من الخلايا الحية تتكاثر على حساب بقايا الخلايا الميتة ونسبتها قليلة واحدة من أصل ١٠ ملايين خلية.

إن فقدان حيوية الخلايا يصحبها نقصان سريع في عدد الخلايا الكلي في حالات أخرى يكون العدد الكلي ثابتا مدة طويلة قبل أن تصبح المزرعة عقيمة أو معقمة ويعود سبب هذه الاختلافات إلى أن بعض الخلايا الميتة تفرز أنزيمات أثناء موتها لتتحلل يسمى هذا بـ [التحلل الذاتي].

الخلايا الحية العادية تكون عبارة عن خلايا عصوية قصيرة.

أما الخلايا الميتة لها أشكال غير طبيعية متطأولة منتفخة وأحيانا تصبح عملاقة وتسمى بالأشكال المنحطة أو المتقهقرة.

النمو المتزامن أو المؤقت :

الانقسامات الأولى متواقتة لكن عندما يزداد عدد خلايا المزرعة تصبح الانقسامات عشوائية أي لا يكون النمو متواقتا. نحصل على نمو متواقت اصطناعيا بالمزارع الجرثومية. ليس لهذا أهمية فقط بدراسة المظاهر التشكيلية و الفيزيولوجية المختلفة للخلايا أثناء الانقسام.

موت الخلايا :

معدل الموت ذو طابع لوغاريتمي فهو يحدد فقط الجزء من الكائنات التي تقتل في وقت معين إذ أنه لا يحدد العدد الحقيقي للخلايا الحية إلا أذا عرفنا كمية الكائنات الأصلية.

يمثل بمستقيم كلما كان الميل كبيرا يكون معدل الموت كبيرا أيضا.

التكاثر:

تتكاثر كل الكائنات الحية الدقيقة ما عدا الفيروسات عن طريق الانقسام من خلايا أجساما ويتم التكاثر بطريقتين :

- ❖ **تكاثر جنسي** : يتطلب اقتران خلايا مختلفة فيزيولوجيا.
- ❖ **تكاثر لا جنسي** : لا يتطلب خلايا مذكرة وأخرى مؤنثة ولا حاجة لإخصاب.

طرق التكاثر :

❖ **طرق التكاثر الجنسي :**

١- **الانقسام الثنائي أو المضاعف** : عندما تصل الخلية لضعف طولها تبدأ بتركيب بروتوبلازم جديد وتنقسم النواة ثم تقسم الخلية نفسها بانخماص الجدار الخلوي والغشاء السيتوبلاسمي نحو الداخل لتنفصل إلى خليتين ثم يصبح الجدار مزدوجا.

٢- تكاثر بعض المجاميع البكتيرية كأفراد الأكتينومايست عن طريق تقطيع أو تجزؤ نهاية خيوطها إلى قطيع صغيرة عصوية أو كروية بنموها تعطي كل خلية منها خلية جديدة.

٣- التكاثر بالتبرعم : تخرج نتوءات من الخلايا الأم ثم يزداد حجمها وبعدها تنفصل عنها مكونة خلايا جديدة وبذلك تحفظ الخلية الأم بأغلب محتوياتها الأصلية.

٤- التكاثر بالأبواغ : تتكون الأبواغ في كيس سبورانجي في الظروف البيئية غير المناسبة وعندما تصبح مناسبة تنتشر من جديد لتعطي خلية جديدة.

❖ التكاثر الجنسي بالتزأوج :

وهو نقل جزء من الكروموزمات أو عناصر وراثية من خلية معطية (ذكر **+F**) إلى خلية أخرى مستقبلة (أنثى **-F**) لا تملك عامل خصوبة حيث أن **F** يدعى عامل خصوبة.

الخلايا الناتجة عن التكاثر الجنسي تجمع بين صفات الأبوين الأصليين بتخليقها للمواد الموجودة فيهم.

يتم التكاثر باقتراب الخليتين البكتيريتين من بعضهما مما يحث العامل الجنسي **F** المكون لـ **DNA** على تكوين قناة في منطقة الاتصال بوجود الأوبار الجنسية والتي يتم عبرها انتقال بعض الصفات الوراثية من الخلية المانحة **+F** إلى الخلية الآخذة **-F**

العوامل المؤثرة في نمو الأحياء الدقيقة

أولاً : العوامل الفيزيائية :

١) الرطوبة :

تحتاج جميع الكائنات الدقيقة لنموها وتكاثرها إلى كميات كبيرة من الماء في محيطها ويشكل ٨٠ – ٩٠ % من وزن الخلية ، يوجد الماء في الأغذية بشكل حر أو مرتبط ولا تستطيع الكائنات الدقيقة أن تنمو وتتكاثر بوجود الماء المرتبط بسبب عدم الاستفادة منه ولكي تنمو وتتكاثر لابد من توفر الماء الحر في الوسط الذي تعيش فيه.

كما وجد أن الكائنات الدقيقة لا تستطيع النمو إذا انخفض المحتوى المائي إلى ٣ – ٥ % في الخضروات و ١٥ – ٢٠ % في الفواكه. إن إمكانية تجفيف الفواكه لمحتوى رطوبي أعلى من الخضروات لاحتوائها على محتوى عالي من السكر الطبيعي قبل تجفيف الغذاء :

الوزن قبل التجفيف – الوزن بعد التجفيف

المحتوى المائي % =

$\times$ ١٠٠ ــــ

الوزن قبل التجفيف

فعالية الماء أو النشاط المائي (aw) :

هو محتوى الغذاء من ماء ميسر ويقدر بالعلاقة :

ضغط بخار المحلول (غذاء) **p**

فعالية الماء = **P٠**

aw = ــــ

ضغط بخار المذيب (ماء)

وتترأوح قيمته بين [٠.٦٣ – ٠.٩٣]

تختلف الكائنات الدقيقة من حيث مقأومتها للجفاف فمثلا عصيات السل أشد مقأومة للجفاف. عصيات الكزاز على أبواغ تستطيع مقأومة الجفاف شهور وأعوام.

أبواغ بكتريا الجمرة يمكنها المقأومة عدة سنين.

مكروبات الكوليرا شديدة الحساسية للجفاف.

التجفيد :

تعريض الكائنات الدقيقة للجفاف مع حرارة منخفضة وتفريغ كبيرة لكي تبقى حية أكبر مدة ممكنة.

تبقى الأحياء المحفوظة بهذه الطريقة فتية ولا تشيخ ولا تتغير.

البكتريا في التربة تحتاج لرطوبة٦٠%والمثبتة للآزوت الجوي ٨٠%

عندما تكون نسبة الرطوبة مرتفعة تقل كمية الهواء أو تتعدم وعندها تنشط البكتريا اللاهوائية ويوقف نشاط البكتريا الهوائية.

٢) **التوتر السطحي :**

هو القوة التي تعمل على تجميع الجزيئات عند سطح السائل ويسأوي التوتر السطحي للماء في درجة حرارة ٢٠ م ٧٢.٢ دين / سم٢ فيعتبر التوتر السطحي للماء ومعظم البيئات الغذائية مرتفعة نسبيا.

هناك مواد قادرة على رفع التوتر السطحي ومواد أخرى قادرة على خفض التوتر السطحي.

إن خفض التوتر السطحي يؤدي إلى قتل الأحياء الدقيقة كاستعمال الصابون والكحولات وغيرها.

٣) **الحرارة :**

ليس للأحياء الدقيقة أجهزة خاصة لتنظيم الحرارة في داخلها فحرارتها هي حرارة الوسط الذي تعيش فيه.

إن المجال الحراري الذي يسمح للأحياء الدقيقة بشكل عام يترأوح بين [–٥ ، +٨٠ م]

إذا زادت درجة الحرارة كثيرا عن العظمى يموت الكائن وعلى العكس إذا انخفضت درجة الحرارة كثيرا عن الدنيا فقد لا يموت الكائن بل يستطيع النمو والتكاثر ولكن ببطء شديد ويعاد النمو عندما تتحسن درجات الحرارة.
تقسم الأحياء على أساس المجال الحراري إلى :

❖ الأحياء المحبة للبرودة :

توجد في التربة والبحار.

مجالها الحراري [٥ –٢٥ م] والدرجة المثلى لها [١٥ – ٢٠] **وتشمل :**

٧١. **محبات برودة اختيارية :** تستطيع النمو في درجات حرارة معتدلة.

٧٢. **محبات برودة إجبارية :** لا تستطيع الحياة إلا في الحرارة المنخفضة.

تسبب الكائنات المحبة للبرودة مشكلة أساسية لما تحدثه في المنتجات اللبنية والأغذية الأخرى المجمدة ، إذ تكسبها طعما ورائحة غير مرغوبين نتيجة نشاط هذه الكائنات في تحلل البروتينات.

❖ الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة المعتدلة :

مجالها الحراري [٢٥ –٣٧ م] وهي متطفلة على الإنسان والحيوان [ذوات الدم الحار] نموها غير طبيعي عندما ترتفع الحرارة إلى أعلى من ٤٠ و لا تنمو على درجات حرارة البراد.

❖ الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة المرتفعة :

مجالها الحراري [٤٠ –٨٠ م] والمثلى [٥٠ – ٦٠] يمكن أن تتحمل درجة ٩٠م و لا تستطيع النمو دون درجة حرارة ٣٧ م يعود تحملها لدرجات الحرارة المرتفعة إلى التركيب الخاص بالبروتين والذي لا يتخثر إلا بعد ٨٠ م .

تنتشر هذه الأحياء في مياه الينابيع الساخنة ومصانع الأغذية ، تساهم في رفع حرارة الأسمدة الطبيعية عند تخمرها.

٤) الضغط الجوي :

الضغوط العادية لا تؤثر في الأحياء الدقيقة ١٤.٧ رطل / سم٢ ويكن يتأثر نمو هذه الأحياء بالضغوط الجوية العالية ٢٠٠ – ٦٠٠ وربما تؤدي هذه الضغوط إلى الموت ، وبعضها يستطيع النمو تحت ضغوط عالية وتسمى هذه الأحياء بالمحبة للضغوط الجوية العالية.

تحدث الضغوط العالية :

١- تخريبا في البروتينات.
٢- تفقد الأنزيمات فعاليتها يترافق ذلك :

A. بزيادة سرعة بعض التفاعلات الأنزيمية والكيميائية.

B. نقصان حجم المواد الغروية العضوية الأنزيمية.

C. زيادة لزوجة السوائل الخلوية.

D. زيادة التحلل الكهربائي.

٣- يؤدي الضغط المعتدل إلى إطالة طور الركود.

٤- أيضا تسبب الضغوط العالية قلة تحرر الطاقة في ميتوكوندريا فطر ألومايسس

٥- تسبب الضغوط العالية في انقصام الخلايا حيث لوحظ تشكل خيوط من قبل الأحياء وحيدة الخلية عند نموها في ضغوط مرتفعة.

٥) الضغط الأسموزي :

يتناسب الضغط الأسموزي لمحلول طردا مع التركيز الكلي للأيونات والجزئيات المنحلة في الماء و يتأثر نمو الأحياء الدقيقة بهذه التراكيز.

توصف المحاليل بأنها **Hepertonic** (عالية التراكيز] ينتقل الماء من المحاليل الأقل تركيزا إلى المحاليل الأكثر تركيزا أي من داخل الخلية إلى خارج الخلية وبالتالي حدث انكماش [بلزمة].

معظم البكتريا غير حساسة للتغيرات في الضغط الأسموزي لأنها محمية بجدرها الخلوية القاسية ويمكن لبعضها أن ينمو في أوساط غذائية ذات تراكيز ملحية من ١ – ١٢ %.

كائنات محبة للملوحة كالأحياء البحرية تعيش في وسط يحوي على ٣٥ % من الملح لا يمكن زراعتها في أوساط تقل تركيزها عن ١٠ %

تفيد الأملاح في حفظ الأغذية في محاليل تركيزها يترأوح بين ١٠ – ٢٠ % وهذا يؤدي إلى انكماش السيتوبلاسما.

حيث أن التركيزات التي تحفظ بها الأغذية لا تسبب موت البكتريا بل توقف نموها وقد تبقى لمدة طويلة ساكنة.

البكتريا المحبة للملوحة تسبب فساد الأغذية المحفوظة بالملح كالمخلالات.

كائنات محبة للضغط العالي – كائنات محبة للسكر قادرة على النمو في بيئات يصل تركيز السكر إلى ٧٠ – ٨٠ %

يوجد ميكروبات محبة للملوحة على الأسماك المملحة تشبب فساد الأسماك المملحة في المصانع وتعطيها اللون الأحمر والرائحة الكريهة.

٧٣. ملح الطعام بنسبة ١ % ذو ضغط أسموزي يعادل ٦.٨ ضغطا جويا.

٧٤. محلول السكر بنسبة ١ % ذو ضغط أسموزي يعادل ١.٢ ضغطا أسموزيا.

الفطريات والخمائر تتحمل ضغطا أسموزيا أعلى من البكتريا.

٦) الأكسجين :

تختلف الأحياء الدقيقة بحاجتها للأكسجين الجوي.

- فمنها يحتاج للأكسجين كمصدر وحيد للطاقة عن طريق التنفس.
- ومنها يحتاج للأكسجين كمستقبل نهائي للإلكترونات.
- ومنها يحتاج للأكسجين بكمية قليلة بينما يكون الأكسجين ساما للبعض الآخر.

نميز ٤ مجموعات حسب حاجتها للأكسجين :

١- كائنات هوائية إجبارية.

٢- كائنات لا هوائية اختيارية.

٣- كائنات لا هوائية إجبارية تقوم بالتخمر.

٤- كائنات شحيحة الحاجة للأكسجين إذا تعرضت لكميات أكبر من الأكسجين يتوقف نموها.

يعود موت الأحياء الدقيقة أو توقف نموها إذا تعرضت للأكسجين لوجود بعض الأنزيمات التي يجب أن تبقى بحالة مرجعة لتتمكن من القيام بوظيفتها مما يؤدي لوقف نشاطها وبالتالي وقف نموها وربما موت الخلايا أيضا غياب أنزيم الكتالاز ووجود أنزيم الفلافوبروتين الذي يتفاعل مع الأكسجين لتكوين H_2O_2 السام حيث غياب الكتالاز يؤدي لعدم تحليل H_2O_2 إلى H_2O و O_2 وبالتالي موت البكتريا اللاهوائية عند تعرضها للهواء.

٧) القوة الكامنة للأكسدة والإرجاع :

- البيئة التي تملك قدرة أكسدة عالية تسمح بنمو الكائنات الهوائية.
- البيئة التي تملك قدرة إرجاع عالية تسمح بنمو الكائنات اللاهوائية.
- يعبر عن قوة الأكسدة والإرجاع بالميلي فولت **(m.v)**

تتطلب الأحياء الدقيقة الهوائية قوة أكسدة وإرجاع موجبة يمكن أن تصل إلى (+٢٠٠ ميلي فولت) بينما تتطلب الأحياء الدقيقة اللاهوائية قوة أكسدة وإرجاع سالبة يمكن أن تصل إلى (– ٢٠٠ ميلي فولت) أما الأحياء الدقيقة شحيحة الحاجة للأكسجين فتتطلب قوة أقل بقليل من الصفر ميلي فولت.

إضافة **KNO٣** إلى اللحوم تجعل هذه اللحوم ذات قدرة كامنة عالية أي تجعل البيئة مؤكسدة وبالتالي تصبح اللحوم أكثر عرضة للأحياء الدقيقة الهوائية من اللاهوائية بالمقابل إضافة النتريت تضعف القوة الكامنة للحم.

إضافة حمض الإسكوربيك في بعض الأغذية يقلل من القوة الكامنة للأكسدة والإرجاع وذلك لضعف انتشار الأكسجين عبر الغذاء.

٨) تأثير الإشعاعات :

يمكن أن يكون الضوء ضروريا لأجل التمثيل الضوئي أو أن يكون قاتلا أو عديم التأثير.

تتناسب كمية الطاقة الموجودة بالأشعة عكسا مع طول الموجة ويرتبط الأثر الذي يسببه امتصاص الضوء بمقدار الطاقة الموجودة في هذا الضوء فالأشعة الحمراء :

٧٥. بالموجة ١٢٠٠ **A** تحوي طاقة قليلة لاتسبب أي تغير كيميائي تستعمل للتدفئة.

٧٦. من ١٢٠٠ – ٢٠٠٠ **A** تحوي طاقة كافية لإحداث تغيرات كيميائية بالجزيئات التي تمتصها.

٧٧. أقل من ٢٠٠٠ **A** تحوي طاقة مرتفعة تسبب تأين الجزيئات.

٧٨. الأشعة فوق البنفسجية :

يقع طول موجاتها بين ١٠٠٠ – ٤٠٠٠ A وما يهمنا هو ٢٣٠٠ – ٢٨٠٠ وبالتحديد ٢٦٥٠ A ذات التأثير القوي على الميكروبات تلعب هذه الأشعة دورا حيويا إما منبه أو منشط تؤثر هذه الأشعة على المناطق السطحية فقط بسبب القدرة النفوذية الضئيلة. تعتبر الخلايا التكاثرية النشيطة أكثر الخلايا حساسية لهذه الأشعة.

فائدة هذه الأشعة كبيرة كما في مستودعات التخزين لمنع فساد اللحوم والتبغ والدقيق باستعمال مصابيح تشع تركيزات عالية من الأشعة فوق البنفسجية ولها دور كبير في التعقيم.

الأشعة السينية **X** :

وهي أشعة قاتلة للأحياء الدقيقة ذات موجات قصيرة تترأوح بين ٠.٠٦ – ١٠٠٠ A وهي موجات ذات قدرة نفوذية عالية من الأنسجة وتسبب تشرد بعض المركبات الخلوية واستعمالها محدود لسببين :

١- باهظة التكاليف.

٢- صعوبة استعمالها بالكفاءة اللازمة.

يمكن استعمالها في إنتاج طفرات في الكائنات الدقيقة لغرض الدراسة.

- أشعة غاما :

يمكن الحصول عليها من إشعاعات النظائر المشعة ، تأثيرها مميت للكائنات الحية الدقيقة ولكن موجاتها أقصر طولا ٠.٠٠٣ – ١ A تستعمل في التعقيم الداخلي لنفاذيتها واختراقها للأشياء السميكة.

طرق تأثير الأشعة في الكائنات :

إن امتصاص الطاقة الإشعاعية بواسطة الخلايا ينتج عنه إما:

٧٩. تأثير مميت عند استعمالها لفترات طويلة في الخلايا.

٨٠. أو طفرات عند استعمالها لفترات قصيرة.

تفسير حدوث التأثير القاتل للأشعة في الأحياء :

١- احتواء الأحياء على جزيئات كيميائية تمتص الطاقة الضوئية فيحدث تغير كيميائي.

٢- احتمال التشرد :

يمكن أن يحدث تشرد للماء أو غيره من المركبات غير النوعية في الخلية مما يؤدي لتكوين جذور حرة تمتلك قدرة تفاعلية عكسية عالية تسبب سلسلة من تفاعلات الأكسدة والإرجاع لقدرتها على أكسدة المحتويات السيتوبلاسمية **والأجسام يمكن تحديد منطقتين حساستين لفعل الإشعاعات :**

٨١. الأنزيمات الموجودة في السيتوبلاسم المسؤولة عن التمثيل الغذائي.

٨٢. الأحماض النووية وخاصة الـ **DNA** تقل لزوجة.

التنشيط الضوئي :

هو تلافي الأثر الضار للأشعة فوق البنفسجية على الخلايا بتعريضها لضوء مرئي قوي بعد تعريضها للأشعة فوق البنفسجية مباشرة.

يمكن جعل البكتريا حساسة للضوء بصبغها ببعض الصبغات.

٩) تأثير تركيز أيون الهيدروجين :

تعتبر درجة الحموضة المثلى للكائنات الدقيقة ما بين ٦ – ٧ (درجة حموضة البكتريا ٦.٥ – ٧.٥).

تختلف الأحياء بتأثرها بدرجة الحموضة فمنها يتحمل درجة حموضة منخفضة والآخر يتحمل درجة حموضة مرتفعة.

أملاح منظمة تضاف للبيئة لتقأوم تغيرات درجات الحموضة مثل فوسفات البوتاسيوم الأحادية.

إن ارتفاع درجة الحرارة يزيد انحلال الأحماض وبالتالي يصبح الوسط حمضي.

تموت الخلايا موتا سريعا في وسط حمضي واقل سرعة في وسط قولي وأقل زمنا في وسط متعادل.

وتعتبر التركيزات العالية لأيون الهيدروجين سامة بينما التركيزات منه ملائمة للنمو والمنخفضة غير ملائمة للنمو.

ثانياً : تأثير المواد الكيميائية في نمو الكائنات الدقيقة

عندما توقف المادة الكيميائية الخلية عن النمو والتكاثر فتدعى بمادة موقفة للنمو ، إزالة أثرها يؤدي لمواصلة النمو التكاثر.

عندما تحدث المادة الكيميائية تأثيرات ضارة ودائمة فتدعى بالمادة المبيدة (قاتلة) لأنها توقف انقسام الخلايا بشكل تام وغير عكوسة.

عندما توقف المادة الكيميائية نشاط الكائن الحي الدقيق ونموه وليس من الضروري قتله فتدعى بالمطهر.

توجد ثلاث مناطق حساسة في الخلايا البكتيرية تتأثر بالمواد السامة :

١. الغشاء السيتوبلاسمي :

بعض المواد الكيميائية السامة تتدخل بوظيفة الغشاء وتفقده نفاذيته الاختيارية وذلك باستخلاص محتوياته الدهنية بمعادلة مذيبة للدهون

أو بأنزيم الليزوزيم ، حيث يتوقف دخول الماء على درجة تأثير المادة – درجة **PH**

٢. السيتوبلاسم : تحدث المادة تأثيرها عن طريق :

٨٣. التفاعل مع البروتين السيتوبلاسمي مما يؤدي إلى :

/ تمزيق القوى الرابطة التي تحفظ البروتين السيتوبلاسمي حالته الغروية المنتظمة فيتخثر البروتين أو يترسب.

/ ارتباط مباشر للمادة مع المجاميع الفعالة الموجودة في جزيئات البروتين الأنزيمي.

٨٤. تعطيل بعض التفاعلات الاستقلابية الهامة في الخلية وبالتالي توقف النمو حسب قوة الارتباط وإذا كان التفاعل عكسيا يكون التأثير مؤقتا والعكس صحيح.

٣. النــواة : يمكن أن يحدث لها تثبيط كيميائي أو حدوث تغيرات خاصة للبروتينات النووية وبالتالي حدوث طفرات مميتة.

٨٥. تعتبر المواد الكيميائية غير متخصصة في فعلها السام (غير نوعية) فمادة كيميائية توقف نشاط عدة أنزيمات ذات وظائف مختلفة.

المطهرات :

تقسم حسب تأثيرها في الخلية الحية الدقيقة إلى :

١- المطهرات التي تقوم بتخثير البروتينات : أهمها :

١) الحموض : يعود تأثيرها للأيونات الحرة للهيدروجين ولتركيزها في الوسط الأحماض المعدنية أشد تأثيرها من الأحماض العضوية ولكن الأحماض العضوية في وسط حمضي ضعيف أشد تأثيرا من الأحماض المعدنية.

الحموض العضوية منها حافظة للأغذية ومنها مواد مطهرة أو كأوية ونذكر منها

حمض الخل : يستخدم في الجراحة لتعقيم الجلد والجروح.

٨٦. حمض البنزويك : يستخدم في حفظ الأغذية.

٨٧. حمض البوريك : مثبط بكتيري – معالجة التهاب القرنية والأنسجة المخاطية.

٨٨. حمض اللاكتيك : مطهر جلدي – يستخدم مع الكورتيزون وحمض الصفصاف لإزالة الثآليل والأورام الجلدية.

٢) **القلويات** : يعود تأثيرها لوجود أيونات الهيدروكسيل ، الصود الكأوي **NaOH** بتركيز ٦ % تتلف أبواغ الجمرة الخبيثة وبتركيز ١٥% تقضي على البروسيلا والبكتريا ما لم يستخدم بتركيز ٥٠ – ٧٠ % تطهير الأيدي أو المناطق المختلفة من الجسم تعقيم الأدوات الجراحية بالكحول الإيتلي خطأ شائع التراكيز المرتفعة من الكحول لها تأثير مجفف (سحب ماء) وبالتالي وقف نمو وليس موت.

٢- المطهرات التي تؤثر في التوتر السطحي وفي نفوذية أغلفة الخلية البكتيرية : أهمها:

٣) **المنظفات** : هي مواد تقلل من التوتر السطحي للسوائل منها الصابون وهي عوامل استحلابية لقدرة بعضها على ترسيب البروتينات وتخريبها والقضاء على الكائنات الدقيقة. ونميز:

٨٩. المنظفات ذات الشوارد الموجبة (العوامل الهابطية) : تؤثر في الغشاء السيتوبلاسمي وتؤدي لخروج المركبات الحأوية على آزوت وفسفور من الكائنات الدقيقة ثم تنفذ المركبات المنظفة هذه إلى داخل الخلية وتخرب البروتينات.

٩٠. المنظفات ذات الشوارد السالبة (العوامل الصاعدة) : تزداد فعاليتها في وسط حمضي وتؤثر في البكتريا موجبة الغرام.

١) الفينول ومشتقاته : أقوى المطهرات وتزداد فعاليته بإضافة **NaCL** لكن يتيمز برائحة كريهة وسمية ومن مشتقاته الكريزول – الليزول. . . الخ.

٣- المطهرات التي تتدخل في المجاميع الفعالة البروتينية : أهمها :

١) المركبات المؤكسدة : تعتمد هذه المركبات على أنها تطلق أكسجين حر في الوسط الذي يؤكسد البروتين الحي أو المجامع الفعالة أهمها:

٩١. الماء الأكسجيني : تطهير الجروح وتنظيفها تأثيره خفيف لتفككه من قبل أنزيم الكتالاز في الأنسجة ويطلق الأكسجين الحر.

٩٢. فوق برمنغنات البوتاسيوم : مطهر قوي تأثيرها محدود ويستعمل موضعيا كمودا مضادة للبكتيريا والفطور.

٩٣. الهالوجينات : مطهرات قوية إلا أن بعضها سام للإنسان ومرتفع الثمن ومنها :

/ اليود : أفضل المطهرات لفعاليته ورخص ثمنه وسميته القليلة للأنسجة.

/ الكلور : مبيد لمعظم البكتريا يوجد الكلور على شكل غاز أو مركبات كيميائية متنوعة – تعقيم المياه – لا يستعمل طبيا فقط الجلد والجروح.

تتعلق قدرة الكلور التطهيرية على كمية الكلور أو درجة التكلور : تعادل عدد الليترات من غاز الكلور المنطلق من كغ واحد من المادة.

يقتل الكلور ومركباته الأحياء الدقيقة بإحدى الطريقتين :

٩٤. الأكسدة بواسطة الأكسجين الحر الذي يتكون عند تفاعل الكلور مع الماء.

٩٥. بالاتجاه المباشر للكلور مع بروتينات الخلية.

٢) **أملاح المعادن الثقيلة :**

إن وجود أيونات المعادن :

٩٦. بتراكيز ضئيلة جدا في المحاليل المائية له تأثير منشط في نمو الأحياء الدقيقة.

٩٧. وبتراكيز عالية تصبح مطهرة أو مبيدة ومنها :

/ أملاح الزئبق : مطهرات قوية تعقيم لكنه سام بينما أملاحه العضوية أكثر فعالية وأقل سمية مثل الميروكروم.

/ أملاح الفضة : مطهرات لكن تأثيرها مهيج وكأوي بينما محاليل الفضة العضوية مطهرات ممتازة لأنها تحرر كميات كبيرة من شوارد الفضة ترسب البروتينات فهي تؤثر في جدار الخلية وغشائها السيتوبلاسمي محدثة تبدلات كثيرة.

/ أملاح النحاس : استخدمت للقضاء على الطحالب في خزانات المياه وأحواض السباحة كما تستخدم لمعالجة مرض الجرب.

/ أملاح الزنك : مواد مطهرة لغسل الفم.

/ أملاح الزرنيخ : مركبات شديدة السمية للإنسان لكن لها تأثير فعال في مقاومة بعض الأمراض المعدية المزمنة.

٣) **الألدهيد** : لها قدرة على إبادة الكائنات الدقيقة فهي سائلة بتراكيز مرتفعة ، ومرسبة للبروتينات بتراكيز مرتفعة.

ومنها الفورم ألدهيد إما بشكل غاز أو محلول مائي للتطهير ولتحطيم الأثر للسموم بتحويلها إلى مركبات غير سامة.

٤) **الصبغات** : ليس لها دور ملون فقط وإنما لها دور في التعقيم والتطهير أيضا تتألف من سلسلة كيميائية من مواد مختلفة :

٩٨. سلسلة البتيازين : كأزرق الميتان ، تطهير الجروح والأغشية المخاطية.

٩٩. سلسلة تري فينيل ميتان : كأخضر المالاكيت تطهير المجاري البولية.

١٠٠. سلسلة الآكروين : كالتريبافلافين : تثبط اصطناع الحموض النووية والبروتينات – معالجة المكورات التي تسبب السيلان.

المضادات الحيوية :

هي عبارة عن مواد كيميائية عضوية تنتج عن التفاعلات الاستقلابية لبعض الأحياء الدقيقة والتي تكون مبيدة أو موقفة للنمو ميزتها بالرغم من سميتها النوعية إلا أنها لا تؤثر بخلايا العائل ولا تسبب لها أي ضرر.

لها تأثيرات متعددة أهمها :

١. منع النمو بوساطة مواد مشابهة للمواد الاستقلابية (التنافس المضاد) : منها السلفوناميد.

٢. منع تكوين جدار الخلية : أهمها البنسلين.

٣. منع وظيفة الغشاء الخلوي : منها البولي مكسين.

٤. منع تركيب البروتينات منع اتحاد الأحماض الأمينية مع مركبات دهنية أهمها الجنتامايسين.

٥. منع تركيب الأحماض النووية : أهمها الريفامايسين.

ثالثاً : العوامل الحيوية :

وهي مجموعة العلاقات بين الكائنات الحية الدقيقة التي تؤثر ببعضها **ضمن بيئة واحدة أهمها :**

١– المنفعة المتبادلة : مثل تعايش آشنة مع فطر آسكي.

٢- الانتفاع : أي المنفعة من جهة واحدة مثل :

١٠١. بكتريا لا هوائية في مزرعة بكتريا هوائية وهذه تخلص الأكسجين استهلاكه وتجعل البيئة مناسبة للبكتريا اللاهوائية.

١٠٢. بكتريا التآزت NO٢ → NO٣NH٣ → NO٢ →

١٠٣. بعض البكتريا تستفيد من البروتينات المعقدة الطاقة والبناء والآخر يستفيد فقط من الأحماض الأمينية والآزوت.

٣- التنشيط : مجموعة أو نوع من الكائنات تكمل مجموعة أخرى بنشاطها لكسب صفة معينة للبيئة كما في الحليب.

٤- التضاد : وجود كائن حي يمنع وجود كائن آخر أو يسبب له الضرر.

تستخدم ظاهرة التضاد الحيوي للمكروبات في أغراض علاجية.

التأثر بين الأحياء الدقيقة

التأثر ضمن المجوعة الميكروبية الواحدة : يكون إيجابيا عندما يرفع معدل النمو ، سلبيا عندما يخفضه ونميز من هذا التأثر:

التعأون :

وذلك عندما تكون الأعداد منخفضة كالمستعمرات يساعد على فعالية أكثر للاستفادة من الموارد الميسرة.

التنافس :

وذلك عندما تكون الأعداد مرتفعة وتشمل التنافس على المغذيات وأثر تراكم المواد السامة الذي يعيق استمرار النمو.

التأثر بين المجوعات الميكروبية :

بين مجموعتين ميكروبيتين قد تؤثر واحدة بالأخرى وقد تؤثران ببعضهما ومنها :

الحيادية :

لا تتفاعل المجموعتين مع بعضهما وبالتالي انخفاض في الكثافة العددية أو انخفاض معدلات الاستقلاب.

العلاقة تكون حيادية لأحد الطرفين فقط وتنشط الطرف الثاني.

التأزر :

يعملان معا لجمع نشاطات الميكروبات الاستقلابية لتحويل الموارد التي لم يكن من الممكن تحويلها بوساطة أحدهما المنفعة المتبادلة.

التنافس :

في الشروط البيئية الثابتة تكون حصيلة التنافس سيادة مجموعات ما بإزاحة مجموعات غير قادرة على التنافس و إن اختلاف المعايير البيئية يخلق ظروفا تسمح بالوجود المشترك للمجموعات التنافسية.

التطفل :

يلعب دور سلبي في أعداد العائل ويعتبر آلية للسيطرة على الكثافة الميكروبية.

الافتراس : إن الوجد المشترك للمفترس والفريسة يمكن أن يستمر بشكل نواسي.

العلاقة بين الميكروبات والنباتات :

تشمل المحيط الجذري والميكوريزا وتثبيت الآزوت الجوي في العقد الجذرية والأكتينورايزا وهي ذات علاقات تبادل منفعة أيضا تقدم سوق وأوراق وثمار النباتات موطنا مناسبا لمجموعات ميكروبية.

المحيط الورقي : الوسط الملائم مع أسطح الأوراق.

المسطح الورقي : ما يلاصق أوراق الورقة.

العلاقة بين الأحياء الدقيقة والحشرات والنباتات علاقة تآزرية.

العلاقة بين الميكروبات والحيوانات :

يوجد علاقة تبادل منفعة بين الميكروبات والحيوانات مثل النمل والفطريات.

تسبب بعض الميكروبات أمراضا للحيوانات والعلاقة بين المرض والمقأومة علاقة

طردية تؤدي لحدوث توازن.

الوراثة عند الأحياء

يمكن لجين معين أن يوجد بعدة أشكال نتيجة تغيرات (طفرات) في تتابع نيوكليتداته وتسمى هذه الأشكال [آليلات]

ترتيب الجينات في البكتريا :

تنتظم جينات البكتريا بشكل جزيء دائري عملاق من **DNA** يسمى صبغيا أو كروموزما ويحتوي على بعض من البروتين و **RNA**

الأسس الكيميائية للطفرة :

يمكن أن يتغير تتابع النيكلوتيدات ضمن الجين الواحد بعدة طرق :

١- **Bose-pair Substitution** : ومنها يحمل زوج من القواعد ونميز حالتين :

- عندما يحل زوج بيورين محل بيوتين أو بيرميدين تسمى **[transition]**
- عندما يحل زوج بيورين محل بيرميدين أو بيرميدين محل بيورين تسمى **[Tran version]** وهما قابلان للعكس.

٢- **Frame – Shift mutation** : هنا يكون التغير في إطار القراءة عند عملية الترجمة بحيث ينزع زوج أو عدة أزواج من الجين. وهو غير قابل للعكس.

٣- **Larg deletion** : يزاح تتابع طويل من الأزواج يمثل قطعة أساسية من الجين وأحيانا تزاح عدة جينات.

المطفرات :

هي معاملات فيزيائية وكيميائية ترفع المعدل الطبيعي لطفرات البكتريا.

المطفرات الكيميائية :

تغير القواعد في **DNA** وبالتالي تغير طبيعة ازدواجيته.

المطفرات الفيزيائية :

كالأشعة فوق البنفسجية تسبب تفاعلا بين وحدتي الثيامين في خيط من حلزونة **DNA** حيث تربطهما كيمأويا منتجة الثيامين.

الطفرات التلقائية : هي الطفرات التي تحدث في غياب العامل المسبب للطفرة ومعدل حدوثها غير ثابت يتأثر بعوامل البيئة.

الطفرات المبهمة :

وهي التي تترجم إلى تتابع مختلف للأحماض الأمينية وغير صحيح.

١٠٤. **[UAA, UGA , UAG]** : شيفرات تسبب إيقاف مبكر للسلسلة حيث لا يوجد ما يقابلها في **tRNA** وتتحرر السلسلة المبتورة ويطلق على الشيفرة اسم الشفيرة اسم الشفيرة المبهمة وللطفرة التي تنتج عنها أيضا.

التنظيم الوراثي :

إن أنزيم **B-galaetosidase** :

مسؤول عن استقلاب اللاكتوز ويتألف من جينات بنائية وجينات تنظيمية.

هناك عدد كبير من الطفرات تجعل بناء الأنزيم تلقائيا (بدون تحريض) تحوي جينا يسمى **laci**

- الأليل (الصنو) الوحشي (الطبيعي) للموقع **+laci** يحدد حالة التحريض
- أما الأليل الطافر **-laci** يحدد حالة الوجود التلقائي.
- تبين بعد ذلك سيادة **+laci** حيث ينتج هذا الأليل ما يعيق تشكل الأنزيم.

إذا الأنزيمات المحرضة هي تلك التي تبني لها الخلايا وباستمرار معيقات (دور المحرض يرتبط بالمعيق ويوقف مفعوله).

جينات التشغيل :

جين التشغيل : هو قطعة من الـ **DNA** ترتبط بالمعيق ويرمز له **laco**

جـين التشـغيل : **laco** يلاصـق جـين البنـاء **lacZ (B-galaetosidase)** :

وعندما يرتبط المعيق بهذا المعيق فإنه يمنع النسخ لـ **lacZ**

يمكـن أن يطفـر موقـع التشـغيل **laco** ليشـكل **lacZ** الـذي لا يمكـن أن يـرتبط بالمعيق وبالتالي يصبح بناء الأنزيم تلقائيا (بدون محرض).

المشغلات :

Lacg : هو موقع تقع في الطفرات التي تؤثر على ناقل اللاكتوز.

lacA : هو موقع تقع فيه الطفرات التي تتحكم بأنزيم يعدل اللاكتوز كيميائيا دون أن يلعب دورا في استقلابه.

الجينات **laci – lacZ – lacog – lacA** متجأورة ومتسلسلة خطيا بالتتابع ذاته.

الأنزيمات محرضة في سلالات **lacI+** ، وتكون الجينات الخاصة بها ملاصقة لـ **lacO+**

الأنزيمـات مسـبقة التكـوين (تلقائيـة) فـي سـلالات **lacoI-** وتكـون الجينـات الخاصة بها ملاصقة لـ **lacO٢**

الجينات **lacZ , lacg . lacA** تتصرف بصفة وحدة إضافة إلى مشغلها **Opero**

يشكل المشغل ميكانيكية فعالة لطرق الاستقلاب فالأنزيمات في مسرى أو طريق استقلابي تعمل كوحدة.

فإذا كان هذا المسرى غير شغال فلا يتطلب عمل أي من الأنزيمات المشاركة فيه.

أما إذا كان المسرى شغال (ساريا) فيجب أن تعمل كافة أنزيماته وتنسخ جميع الجينات **operon** كومته لتكون جزيء كبيرا من **RNA polygenic** ويرتبط أنزيم **RNA polygenic** بموقع من الـ **DNA** يسمى بروموتر (الحافز) وتنسخ تتابعيا كافة جينات المشغل ، تتوقف هذه العملية فيما يرتبط جزيء كابح مع المشغل الذي يلاصق مباشرة الحافز.

آلية التنظيم الوراثي :

المشغلات المرتبطة بأنزيمات المساري النباتية للاستقلاب يكون في هذه الحالة الكابح غير فعال ويتم التشغيل بوساطة خليط من النواتج النهائية لطرق الاستقلاب هذه.

لا تنتظم دائما جينات الأنزيمات الخاصة بطرق الاستقلاب في وحدات تشغيل فكثير منها ينتشر على الكروموزم.

في بعض الأنظمة يرتبط بناء الأنزيمات بناتج جين تنظيمي واحد [كابح واحد يمكن أن يرتبط بعدد من المشغلات المختلفة]

وحالات أخرى لا يحكم جينات طرق الاستقلاب كابح واحد حيث تنظم الجينات المختلفة ككل بشكل مفرد.

تأثيرات الطفرة على الشكل الظاهري :

تحدد صفات الكائن الحي بوساطة جيناته.

تشكل الحالة الأليلية لجميع الجينات في الخلية طابعها الوراثي.

كما تشكل الصفات البنيوية والفيزيولوجية في الخلية طابعها الظاهري.

العلاقة بين الظاهري والوراثي :

يحدد كل جين في خلية بنتية بروتين واحد من هذه البنتية إضافة إلى القدرة التوسطية للبروتينات تحكم الصفات الشكلية والاستقلابية للخلية.

تأثيرات الطفرة على النواتج الأولية للجين :

إن التأثير التطفيري على الطابع الظاهري يكون نتيجة لتغير في بنية البروتين وهذا التغير عبارة عن اختلاف في تتابع الأحماض الأمينية.

التغير في الطابع الظاهري في الوظائف الخلوية :

يمكن الاستغناء عن عدد كبير من وظائف الخلية مثل استخدام صيغ مختلفة من الكربون أو النتروجين أو الكبريت أو بناء المساعدات الأنزيمية وغيرها.

بالنسبة لعوامل النمو الغذائية : عندما تسبب الطفرة تعطيل أحد الأنزيمات البنائية تصبح الخلية معتمدة على تأمين مصدر خارجي للناتج النهائي ومنها : الأحماض الأمينية والقواعد النووية والفيتامينات.

بالنسبة لمقأومة والحساسية للمضادات الحيوية : يمكن أن يقود التغير التطفيري في بنية البروتين إلى زيادة أو نقص في مقأومة الخلية للمضادات الحيوية فتعكس هذه المقأومة أيا من مجموعة تغيرات في الناتج الجيني الأولي كآن يصبح الغشاء الخلوي غير نفوذ لهذا العامل.

التعبير الشرطي للطفرة الجينية في النمط الظاهري :

قد لا يعبر عن النمط الظاهري لعدد كبير من الطفرات إلا تحت **ظروف خاصة** :

Premises : النمط الظاهري طبيعي ومشابه للنمط البري.

Non Premises : النمط الظاهري متغير من الناحية الوظيفية.

ظاهرة التغير الشرطي للطفرات التي يؤدي التعبير عنها إلى حرمان الخلية من وظائف أساسية إذا ما عبر عنها تكون قاتلة وإذا عبر عنها شرطيا تكون غير قاتلة.

Auxotrophic : تكون الطفرات تحت شروط غير مناسبة مشكلة أنزيمات غير فعالة (طفرة قاتلة)

Prototrpic : تكون الطفرات تحت شروط مناسبة مشكلة أنزيمات فعالة (طفرة غير قاتلة) نوعا ما حساسة للحرارة ومتحملة للملوحة.

قد يحدث تأخر (ولعدة أجيال) قبل أن يعبر عن الطفرة ظاهريا خاصة حينما يكون التأثير الأولي للطفرة هو فقد ناتج لجين ما وهذا التأخر يعكس الوقت اللازم للانعزال النووي وكذلك الوقت اللازم لتحديد ناتج الحنين الفعال الذي توقف بناؤه.

١- تلكؤ النمط الظاهري :

الانعزال النووي يمكن أن تحتوي بكتريا وحيدة الخلية ٤ أنوية فإذا ما حصلت طفرة في إحدى هذه النوى فإنها تفقد قدرتها على تكوين ناتج جيني فعال وتظهر الطفرة متنحية ونظرا لاستمرار باقي النوى في تكوين الناتج الجيني لا بد من مرور جيل أو جيلين يتم خلالهما الانعزال الذي يسمح بعدها لطفرة مفقودة بإظهار تعبيرها.

٢- تلكؤ النمط الظاهري :

تحديد ناتج جيني فعال : يحدث عندما يكون التأثير الأولي للطفرة هو فقد ناتج ثابت لجين ما.

كشف وانتخاب الطفرات :

هناك ٣ طرق عامة لانتخاب الطفرات الميكروبية :

١. الانتخاب اعتمادا على البقاء النسبي : وقف نمو الطفرة.
٢. الانتخاب اعتمادا على النمو النسبي : يسمح بنمو الطفرة.
٣. الانتخاب اعتمادا على الكشف الحسي: مستعمرات طافرة **(PH)**

الانتخاب والتأقلم :

التنوع الوراثي في المزارع النقية :

ليس هناك مزرعة كثيفة نقية من الناحية الوراثية ويمكن لتغيرات بسيطة في البيئة أن تلعب دورا انتخابيا وتحدث تغير كاملا في البكتريا بعد قليل من عمليات النقل.

الضغط الانتخابي في البيئات الطبيعية :

الضغط الانتخابي ناتج عن التنافس البيولوجي في حالة التأقلم حيث تعاني الأحياء الدقيقة من تغيرات وراثية قد تؤدي إلى حذفها بسهولة في بيئة تنافسية.

يزول الضغط الانتخابي عند عزل الميكروب في مزرعة نقية في حالة التأقلم مع البقاء في بيئة مخبرية.

التأشيب في البكتريا :

لا يعتمد الانتخاب الطبيعي في التطور على طفرة جينية واحدة دائما وإنما على تجمع جديد لعدد من الجينات تلتقي في خلية واحدة ومصدرها خليتين مختلفتين.

التآشيب : هو العملية التي يتشكل بها الكروموزم من **DNA** لكائنين حيين مختلفين وهنا لا يتم اندماج حقيقي للخلايا وإنما ينتقل فقط جزء من المادة الوراثية لخلية واهبة إلى خلية مستقبلة والمستقبلة تصبح مزدوجة جزئيا في مادتها الوراثية (جينوم أصلي)

تختلف طبيعة وحجم القطعة المدخلة باختلاف العمليات الثلاث :

١٠٥. ففي التحوير بالنقل الوسيطي : تحرر قطعة صغيرة من **DNA** من الخلايا الواهبة في البيئة وتمتص إلى سطح الخلية المستقبلة ثم تدخلها.

١٠٦. أما التحوير بواسطة الفاج : قطعة صغيرة من **DNA** تحمل من الخلايا الواهبة إلى المستقبلة بوساطة البكتريوفاج.

١٠٧. وفي حالة التزواج : ينتقل خيط واحد من **DNA** يمكن أن يكون جزءا رئيسا من الجينوم الواهب إلى الخلية المستقبلة.

.١٠٨

إذا تـم الازدواج بـين **exogenote** (القطعـة المدخلـة) مـع **endogenote** (الجينوم الأصلي للخلية المستقبلة) يكون كروموزم مؤشب فإذا منع الازدواج لسبب ما يحدث التالي :

.١٠٩ إذا حمل **exogenote** العناصر الجينية اللازمة لتضاعفه فيمكن أن يستمر ويتكاثر كأنه بلازميد وفي هذه الحالة فإن الزيجوت الجزئي يعطي نسيلة مزدوجة جزئيا.

.١١٠ أو أن يتحلل **exogenote** أنزيميا.

التحوير بالنقل الوسيطي :

أي مـادة كيميائيـة تفـز مـن خلايـا وتنتقـل إلـى أخـرى تحـدث فيهـا تغييـرا قـابلا للتوريث.

S ملساء – لها كبسولة – ممرضة

R خشنة – عديمة الكبسولة – غير ممرضة (لتعرضها لبلعمة بغياب الكبسولة)

لقح فأر بـ **S** مقتولة بالحرارة العالية مع **R** أعطت **R** القدرة على بناء نوع جديد من السكريات المضاعفة لتصبح محدثة للمرض وأن هذه الصفة قابلة للتوريث.

التزأوج البكتيري : شرح سابقا.

البلازميد : هو المحدد الوراثي غير الكروموزمي.

للأهـداب الجنسـية الموجـودة علــى سـطح الخلايـا الواجبـة الحاملـة للجينـات البلازميديـة دور فـي التـزأوج حيـث أن عنـد تلامـس الهدبـة الجنسـية مـع جـدار الخليـة المستقبلة ينكسر أحد خيوط **DNA** للبلازميد وينحل الازدواج ويدخل الخيط المكسور

الخلية المستقبلة بدءا من النهاية '٥ ثم يبدأ بناء خيط متمم من **DNA** بوساطة أنزيم **DNA polymerase** في كلا الخليتين الواهبة والمستقبلة وبعدها تحصل استدارة البلازميد في الخلية المستقبلة.

توسط العامل **F** في نقل الكروموزم :

١- حالتي **+F , HFr** : يجري اندماج **F** مع الكروموزم بالانتقال التصالبي والنسائل التي يحدث بها ذلك تسمى **HFr** وعملية الاندماج قابلة للعكس أيضا الانفصال في أعداد من خلايا **HFr** يحدث بالتقاء تصالبي آخر بالمعدل نفسه في أعداد من **+F** بمعنى آخر : إن أعداد من **+F** تحوي دائما بضع خلايا **HFr** وأعداد من **HFr** تحتوي بضع خلايا من **+F**

٢- انتقال **DNA** بخلايا **HFr** واهبة : كل خلية **HFr** تلتصق بخلية **-F** ويبدأ انتقال **DNA**

إذا سمح للتزأوج أن يستمر دون اعتراض يحصل تكسر كروموزي تلقائي ملموس كلما ابتعد المؤشر عن النقطة الأولى للانتقال قل احتمال انتقاله قبل التكسر وعلى هذا فإن أوقات دخول المؤشرات تعد مقياسا دقيقا للمسافة فيما بينها.

إن سرعة انتقال الكروموزم ثابتة نسبيا خلال عملية التزأوج.

حدوث التزأوج في البكتريا :

- في البكتريا سالبة لرغام حاملة لبلازميد التزأوج يمكن لها الاقتراب من بكتريا سالبة لغرام برية وتنقل لها **DNA** بلازميدي.

عندما تستعمل خلال **HFr** كخلايا واهبة لا يحدث التآشيب إلا وجد ازدواج قواعد متشابهة بين كروموزمات الخلايا الواهبة والمستقبلة بما يسمح الازدواج والعبور.

١١١. في البكتريا موجبة لغرام التآشيب يتطلب اتصالا مباشرا بين الهيفات يتوسط عامل جيني على الرغم من التباين الكبير بين البكتريا السالبة والموجبة لغرام فإن وجود العامل الجنسي مشترك بينهما.

التحور بالنقل الفيروسي :

عن طريق دخول قطعة صغيرة من الكروموزم البكتيري مع جزيئة فاج ناضجة وحينما تصيب هذه الجزيئة خلية عائلة جديدة تحقن هذه القطعة الصغيرة من المعلومات الوراثية الآتية من العائل السابق في الخلية المصابة.

الفاج **P٢٢** يتوسط عملية تحور تنقل كل الجينات وتوصف هذه العملية بالعامة.

التآشيب الوراثي في الزجاج : وذلك بوساطة أنزيمات :

١١٢. التحديد **endonuclease**

١١٣. الترميم **DNA ligases**

أولا يتم تقطيع **DNA** وتقطيع آخر مشابه لـ **DNA** ومزجها في بيئة أيونية مناسبة وعلى درجة مناسبة وبالتالي ازدواجها بمعدل عال وعندما يقوم الأنزيم **DNA ligases** بترميم القطع التي أحدثتها أنزيمات التحديد بالتالي نحصل **DNA** مجمع في الزجاج ندخله إلى خلية بكتيرية يجب أن يكون **DNA** قادرا على تشفير تكاثره ويتكاثر مع الخلية ويتوزع في خلايا نسلها وعندها نقول أمكنا تنسيل **DNA** مجمع في الزجاج هذه التقنية تسمح بتكوين سلالات من الخلايا البكتيرية تحتوي أي جين مرغوب فيه.

إنتاج أنسولين – هرمون نمو.

الدورات البيوجيوكيميائية في الطبيعة

المقصود بذلك وصف حركة وتحول المواد نتيجة للنشاط الكيميأوي الحيوي في البيئة حيث تتحول العناصر في تتابع متصل ومستمر بين المجالين الحيوي وغير الحيوي.

الدورات البيوكيميائية متداخلة ولا يمكن تفريق بعضها عن بعض.

دورة الكربون :

يعد CO_2 المخزن الأساسي للكربون ، والصيغ غير العضوية الذائبة في الماء للكربون ومياه المحيطات.

إن المعدل الطبيعي لتحولات الكربون في المحيطات والأرض ثابت لكن النشاطات البشرية حديثا سببت تغير ملموس في دورة الكربون.

إن زيادة تركيز CO_2 في الجو نتيجة حرق الوقود الأحفوري تسبب ظاهرة الدفيئة الزجاجية CO_2 شفاف للأشعة ولكنه يمتص بشدة الأشعة تحت الحمراء وحيث أن أشعة الشمس التي تضرب الأرض

ستعكس عليها بأطوال أشعة أكبر (تحت حمراء) وبالتالي سمتصها CO_2 مسببة هذه الأشعة ارتفاع درجة حرارة الأرض.

تم تثبيت CO_2 **بشكل مركبات عضوية بوساطة :**

١١٤. أحياء ذاتية التغذية كالنباتات.

١١٥. الأحياء الدقيقة : إما ذات التمثيل الضوئي أو ذات التمثيل الكيميائي.

إن الطريق الاستقلابي لتثبيت CO_2 هو دورة كالفن. تلعب بكتريا الميتان دورا هاما في الإرجاع اللاهوائي لـ CO_2 إلا أن عدد محدود من الأحياء يمكن أن يستعمل الميتان الناتج عن هذا الإرجاع.

يتحول CO_2 إلى كربون عضوي بوساطة المنتجات الأولية ويقوم بهذه العملية أساسيا كائنات التمثيل الضوئي (طاقة ضوئية تحولها طاقة كيميائية تختزن في المركبات العضوية المتشكلة) يتحول جزء من الإنتاج الأولي ثانية إلى CO_2 بعملية النفس من المنتجات الأولية وباقي الكربون العضوي يصبح جاهزا للأحياء متباينة التغذية لبناء مركباتها ثم لإتمام دورة الكربون بتحويلها ثانية إلى CO_2 من خلال التنفس أيضا.

الأحياء متباينة التغذية (الراقية والدقيقة) تحلل وتعيد استعمال المواد العضوية تحت الشروط الهوائية.

الأحيــاء الدقيقــة : تنفرد بقدرتها على التحليل اللاهوائي (التخمر) للمادة العضوية وتحليل المركبات المعقدة والدبال والفحوم الهيدروجينية.

التحلل البيولوجي للفحوم الهيدروجينية وكثير من المركبات العطرية في البيئة الحأوية على الأكسجين فقط.

بعض تحولات الكربون مثل تشكل الميتان تحت الشروط الهوائية تماما.

مقدار الاستقلاب التنفس من الطاقة > من التخمري.

تشكل الميتان :

عن طريق بكتريا **Archaebacteria** اللاهوائية تستعمل **CO٢** بصفة مستقبل للإلكترونات وترجعه بوساطة الهيدروجين الناتج عن عملية التخمر وبمساعدة مساعدات أنزيمية يتحول **CO٢** إلى **CH٤** :

$$HCO_3^- + H^+ + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 3H_2O$$

تشكل الأسيتان :

أيضا عن طريق بكتريا ترجع **CO٢** بواسطة الهيدروجين وتكون الأسيتان عوضا عن الميتان **[CH٣COOH]**

المواد العضوية الطبيعية :

بقايا النباتات وأنسجة وإفرازات الحيوانات وخلايا الأحياء الدقيقة: أهمها :

السيللوز[١٥–٦٥%]– الهيمسللوز [١٠ – ٣٠%]اللجنين[٥– ٣٠%]

مواد عضوية تذوب إما بالماء أوبالإيتر أوالكحول

[الجزء المعدني ١ – ١١ %]

استعمال الكربون :

وهي عملية تحويل كربون الوسط إلى كربون بروتوبلازمي لبناء خلايا جديدة أو لتكوين الطاقة اللازمة للنمو والباقي يطلق بصورة CO_2 ونواتج ثانوية.

تختلف الأحياء الدقيقة باستعمالها للكربون [تستعمله في بناء خلايا جديدة]

:

فطريات ٣٠ – ٤٠ %

بكتريا هوائية ٥ – ١٠ %

بكتريا لا هوائية ٢ – ٥ %

تحلل المواد العضوية وانطلاق CO_2 :

ويقاس عن طريق كمية CO_2 المنطلق أو النقص بالمادة العضوية أو أحد مكوناتها، إن تحلل المادة العضوية في التربة عبارة عن عمليتين مختلفتين :

١– تحلل الدبال :

مادة شديدة التعقيد تركيبيا وهذا ينعكس في بطء تحلله وقد وجد حوالي ٢ – ٥ % من الكربون الموجود بصورة دبال يتمعدن سنويا يزداد هذا المعدل بترطيب التربة الجافة.

٢– تحلل المادة العضوية المضافة :

يعتمد تحلل المواد العضوية الكربوناتية التي تصل إلى التربة على:

١) ظروف الوسط :

وتشمل الحرارة والرطوبة وتوفر الأكسجين ودرجة الحموضة وغيرها. يكون معدل تحلل المواد العضوية في الشروط اللاهوائية منخفضا مقارنة بتحلله في الظروف الهوائي.

٢) **التركيب الكيميائي للمادة المضافة : .**

سرعة التحلل مرتبطة بنسبة اللجنين بالمادة المضافة فكلما كانت النسبة عالية سرعة التحلل أبطئ وبنسبة **C/N**

- ترتفع أعداد الاكيتومايستس إذا أضيف النشاء
- ترتفع أعداد الفطريات إذا أضيف السيللوز
- ترتفع أعداد البكتريا للأبواغ إذا أضيفت مواد غنية بالبروتين.

التحلل الميكروبي للسكريات المضاعفة في التربة :

ويعد جزء من دورة الكربون حيث تكون النباتات أهم مدخلات الكربون العضوي في التربة والأحياء الدقيقة هي المسؤولة عن تحويل بنياتها المعقدة ثم إعادة CO_2 إلى الجو وتتشكل مركبات الدبال وتصبح المركبات العضوية الأبسط متيسرة للأحياء الدقيقة الأخرى يجري هذا التحلل في جميع الظروف كما تلعب الفطريات وبعض الأوليات إضافة للبكتريا دور **هام في عملية التحلل وذلك كما يلي :**

١. التحلل الهوائي متوسط الحرارة : يقوم به فطريات تستعمل السيللوز مصدرا للطاقة والكربون. [البكتريا]
٢. التحلل اللاهوائي متوسط الحرارة : تحليل السيللوز بغياب الأكسجين وينتج الكحول الإيتلي وأحماض عضوية (خل – نمل – لبن) [بكتريا – فطريات – بكتريا أحشاء المجترات].
٣. التحلل في الحرارة المرتفعة : توجد الميكروبات المحبة للحرارة التي تقوم بهذا الدور في التربة والسماد العضوي وتشمل كائنات هوائية ولا هوائية ، يتحلل السيللوز بسرعة أكبر في وسط يحتوي على خيط من المكروبات مقارنة بالمزرعة النقية لأي من المكروبات المساهمة بالخيط.

٤. تحلل الهيمسللوز : نجد إضافته إلى التربة يتحلل بسرعة بادئ الأمر ثم يصبح تحلل بطيء بسبب عدم تجانس تركيبه الكيميائي.

٥. تحلل اللجنين : معدل تحلله أقل كثيرا من السيللوز والهيميسللوز ولا يجري لا هوائيا ويهاجم أساسيا من قبل الفطريات كالعفن الأبيض.

دورة الهيدروجين :

يعد الماء أكبر خزان احتياطي للهيدروجين – ينتج عن التخمرات اللاهوائية وعن التمثيل الضوئي المرتبط بتثبيت الآزوت الجوي.

تقوم بالاستقلاب الهوائي للهيدروجين بكتريا الهيدروجين

$$H_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow H_2O$$

تثبت بكتريا الهيدروجين CO_2 بالآلية نفسها التي توجد في النباتات والطحالب (دورة كالفن) وهي تستطيع النمو على المواد العضوية أو على خليط منها مع الهيدروجين.

أهم جزء من دورة الهيدروجين هو التمثيل الضوئي والتنفس وهما ليسا مرتبطان بإطلاق الهيدروجين مباشرة وإنما بالإلكترونات من H_2S أو H_2O تستهلك مباشرة في التمثيل الضوئي وإرجاع CO_2

مصدر الالكترونات هو المادة العضوية المرجعة (الإلكترونات تمر عبر سلسلة نقل إلكترونية تنفسية لإرجاع الأكسجين إلى ماء ويتم الانتقال بالارتباط مع عملية الفسفرة التنفسية التي تؤمن الخلية حاجاتها من الطاقة).

دور الأكسجين :

لم يقتصر دور الأكسجين الناتج عن التمثيل الضوئي بأكسدة الجو وإنما أكسدة مجموعة من العناصر مثل الحديد.

أهم مخازن دورة الأكسجين الناتج عن التمثيل الضوئي من الجو بالتنفس وهي العملية التي ينتج عنها بالإضافة لإطلاق **CO_2** بإعادة تشكيل الماء المشطور بالتمثيل الضوئي.

عن وجود الأكسجين أو غيابه في وسط ما يعد عاملا محدد للنشاطات الاستقلابية في هذا الوسط.

يخدم الأكسجين كمستقبل نهائي للإلكترون في تحلل المادة العضوية وأكسدة المواد المرجعة غير العضوية للحصول على الطاقة كما الأحياء ذاتية التغذية الكيميائية.

حرق الوقود الأحفوري لا يؤثر فقط على تركيز **CO_2** في الجو وإنما أيضا على الأكسجين الجوي لكن :

ستكون **CO_2** هي الأكثر خطورة مقارنة مع الأكسجين أو الماء.

يتحول قسم من الأكسجين في الطبقات العليا من الجو إلى أوزون لا يدخل في الدورة البيولوجية ودوره الحماية من الأشعة الكونية و **UV** يتطلب المحافظة على العمليات البيوجيوكيميائية مثل عكس التآزت دون إطلاق غازات إضافية تهاجم هذه الطبقة الحساسة.

ملاحظة هامة : دورة النتروجين – الفسفور – الكبريت تقرأ من الكتاب.

دورة الحديد :

تحولات الحديد هي تفاعلات أكسدة وإرجاع يتم بها إرجاع أيونات **ferric** تحت الشروط اللاهوائية إلى الصيغة الأكثر ذوبا **ferrous** وتنتج تحت الظروف اللاهوائية أحيانا كمية كافية من **H_2S** يترسب بوساطتها الحديد بشكل **Ferrous sulfae** ويساعد غمر التربة على مثل هذه العملية.

أما الشروط الحامضية تكون ثابتة ، تقسم البكتريا التي تؤكسد الحديد إلى :

١١٦. بكتريا خيطية.

١١٧. بكتريا ذات الساق [خارجية – داخلية].

١١٨. بكتريا وحيدة الخلية.

هناك مجموعة كبيرة من البكتريا متباينة التغذية تستطيع إرجاع الحديد مثل : **Proteus** آلية الإرجاع غير واضحة.

دورة المنغنيز :

ثابت تحت الظروف الهوائية عند **PH** أقل من ٥.٥

وثابت عند درجات حموضة أعلى في الشروط اللاهوائية.

بوجود الأكسجين عند **PH** أعلى من ٨ فيؤكسد أيون المنغنيز إلى أيون رباعي التكافؤ **Mn+٤** وهذا يؤكسد إلى **MnO٢** غير الذائب ، لا يستفيد النبات منه.

الفصل الثاني
الأحياء ألمجهريه في التربة

يهدف علم الأحياء ألمجهريه في التربة**soil microbiology** إلى الكشف عن التحولات المرتبطة بنشاطات هذه الأحياء ونتائجها المتبادلة من جهة وإلى دراسة تأثيراتها في النباتات والوسط الذي تعيش فيه من جهة أخرى.

تحتوي التربة على أعداد كبيرة من الكائنات الحية المتباينة في حجمها الذي يرأوح بين خلايا مجهريه مفردة يقل قطرها عن ميكرون واحد، وحيوانات صغيرة، كما تختلف هذه الأحياء في أشكالها وأنواعها وتبعيتها التصنيفية، ويحوي المتر المكعب الواحد من تربة خصبة نحو ١٢١٠ كائن حي.

أهمية أحياء التربة

تقوم أحياء التربة بتفكيك المواد العضوية الطبيعية جميعها، وتحسين خصوبة التربة بتحطيم أنسجة النباتات والحيوانات فيها، ودمج النواتج والمعادن المحررة مع التربة، كما أن لبعض أنواعها قدرة على حلّ بعض المنتوجات المصنعة من الإنسان. تحوِّل أحياء التربة بشقيها الفلورا النباتية والفونا الحيوانية المواد المتحللة إلى معقد عضوي مهم في التربة يسمى الدبال**humus** يتركب من نحو ٦٠٪ كربون ونحو ٦٪ من الآزوت إضافة إلى مركبات فينولية وفسفاتية عضوية وسكريات معقدة وغيرها.تمزج حيوانات التربة بحركتها الدبال مع التربة، مما يساعد على تحسين خواص التربة بتفتيت حبيباتها وتهويتها وحركة الماء فيها وتجعل الدبال المتكون في متنأول الأحياء الدقيقة.

تقوم الأحياء المجهرية بهدم الدبال وحلّه، ويتم هذا التحلل بصورة بطيئة محررة منه المغذيات النباتية بعد موت هذه الأحياء.

**العوامل المؤثرة في أنواع الأحياء ألمجهريه وتوزعها في التربة

١. **نـــوع التربـــة:** تختلـف أحيـاء التربــة وأشـكالها وأعـدادها بحسـب تركيـب التربــة الميكانيكي، وتكون الترب المتوسطة القوام أغنى بالأحياء الدقيقة من الترب الرملية أو الطينية الثقيلة.

٢. **الضـوء:** يفضـل معظـم أحيـاء التربـة الابتعـاد عـن الضـوء ماعدا بعـض الطحالـب والأشنيات التي تفضل العيش على سطح التربة أو قربه.

٣. **التهويــة:** معظـم أحيـاء التربـة مـن الأنـواع الهوائيـة التـي لا تنمـو إلا بوجـود الهـواء **aerobic** وبعضـها لا هوائي **anaerobic** يتوقف نموه بتوافر الهواء، وبعضـها الآخر اختياري ينمو بوجود الهواء أو غيابه. وتختلف أعداد هذه الأحياء وأشكالها وتوزعها في الترب تبعاً لدرجة تهويتها.

٤. **الرطوبــة:** يعـد وجـود الرطوبـة ضـرورياً لأحيـاء التربـة، إلا أنهـا تختلـف فـي مـدى تحملها للجفاف. وتوجد علاقة وطيدة بين رطوبـة التربـة ودرجـة تهويتها وتأثيرهما المشترك في الأحياء جميعاً.

٥. **الحـرارة:** توجـد أحيـاء التربـة وخاصـة الدقيقـة منهـا فـي جميـع تـرب العـالم، ويعـد معظمها محباً للحرارة المنخفضة أو المتوسطة إلا أن الأنواع المحبة للحرارة العالية متوافرة في بعض الترب الغنية بالمواد العضوية، ويزداد دورها الفعّال بعد التعقيم الحراري الجزئي للترب.

٦. **درجة الحموضة:** إن الترب ذات **pH** (الباهاء) المتعادل هي الأغنى بالأحياء من حيـث العـدد والتنـوع. وتختلـف أنـواع الأحيـاء الدقيقـة فـي التربــة بحسـب درجـة حموضتها.

٧. **نـوع المغـذيات وكميتهـا:** تكون أحيـاء التربـة إمـا مفترسـة وإمـا متطفلـة وإمـا رمّيـة ومتعايشـة. وتوجـد أنـواع تكـون تغـذيتها الذاتيـة ضـوئية أو كيميأويـة أو متباينـة الضوئية وترتبط كثافتها بمدى توافر غذائها الخاص بها.

الشكل (١)
نماذج الأحياء الدقيقة في التربة


طحلب

اميبيا متحولة


بكتريا

فطريات


بكتريا خيطية


ديدان مسطحة


هدبيات

***تأثير إضافة المخصبات المعدنية أو العضوية:

تؤثر هذه الإضافة في أعداد أحياء التربة وتوزعها وتنوعها كما أن التسميد العضوي بحد ذاته يضيف أعداداً جديدة من الأحياء إلى التربة، كما يؤثر استعمال المبيدات الحشرية أو العشبية أو الفطرية أو المعقمات الكيميأوية تأثيراً سلبياً وبدرجات متفأوتة في أحياء التربة، إضافة إلى تأثير إفرازات جذور النباتات المختلفة تبعاً لمراحل نموها وكذلك طبيعة الخدمات الزراعية للتربة.

أشكال الأحياء المجهرية وتوزعها في التربة:

١. **الأوليات Protists**: كائنات أولية ميكرونية الحجم تتميز بانخفاض مستوى التعضّي والتميّز فيها، تؤدي دوراً رئيسياً في التحولات البيوكيميأوية وتسهم في تحطيم المواد العضوية وإعادة العناصر المعدنية.

٢. **طلائعيات النوى Procaryotes**: نواتها غير محاطة بغشاء نووي تشمل البكتريا وهي الكائنات الأصغر حجماً والأكثر عدداً وتنوعاً من بين أحياء التربة، وتتكاثر رئيسياً بالانشطار، خلاياها مكورة أو عصوية أو حلزونية تعيش منفردة أو متجمعة.

٣. **الفيروسات Virus**: تنتشر الفيروسات في التربة ولكنها سرعان ما تفقد قدرتها على الحياة بسبب توافر شروط غير مناسبة لها في التربة كغياب المضيف وكونها إجبارية التطفل.

٤. **حقيقيات النوى Eucaryotes**: تكون نواتها محاطة بغشاء نووي وهي وحيدة الخلية أو خيطية متعددة الخلايا واسعة الانتشار في التربة. وتشمل الفطريات **Fungi** والطحالب **Algae** والأوليات الحيوانية **Protozoa** والفطريات رمية أو متطفلة. أما الطحالب فتوجد في التربة على شكل خلايا مفردة أو مستعمرات أو

تكون خيطية الشكل، وهي إما متحركة أو غير متحركة تحوي صبغات التمثيل الضوئي، وهي أكثر انتشاراً قرب سطح التربة. ويمكنها أن تعيش رمية عند توافر الطاقة المناسبة. أما الأوليات الحيوانية فهي وحيدة خلية تعيش حرة أو متطفلة أو رمية على المادة العضوية المتحللة أو مفترسة للبكتريا أو الأحياء الدقيقة الأخرى.

٥. **الفونا الدقيقة Microfauna**: حيوانات صغيرة مجهرية تشمل الأوليات الحيوانية وبعض الديدان الخيطية **Nematoda** الصغيرة والديدان المسطحة الصغيرة الحجم والدوارات، ويتغذى معظم أفرادها على الأحياء الدقيقة وبعضها رمّي.

وفي التربة أيضاً بعض الحيوانات الصغيرة والكبيرة من اللافقاريات مثال ديدان الأرض وكثيرات الأرجل (أم الأربع والأربعين) والحلزون وبعض الحشرات ومن الفقاريات مثال بعض الأفاعي والعظايا والخلد والفئران وغيرها.

الفصل الثالث
علم الفطريات

Mycology

Biology, Biotechnology, Taxonomy, Anatomy, Morphology and Ecology

تعريف علم الفطريات **:**

علم الفطريات هو العلم الذي يهتم بدراسة وتركيب وتصنيف وطرق تكاثر الفطريات كذلك أهميتها الاقتصادية بالنسبة للإنسان بطريقة مباشرة وغير مباشرة. ومن هنا جاءت التسمية اللاتينية العلمية **Mykes**تعني فطر و **Logos** تعني علم ودراسة**.**

ولقد اتسع علم الفطريات منذ بداية القرن الحالي وبالتالي أصبح من الصعب دراسته كعلم واحد وقسم إلى عدة علوم منها**:**

Fungal Ecology
Fungal Physiology
Fungal Genetics
Industrial Mycology
Medical Mycology

أما فيما يتعلق بعلم الأمراض التي تسببها الفطريات وغيرها من الكائنات الدقيقة للنباتات فهو ما نسميه**.Phytopathology**

تصنيف الفطريات **Classification of Fungi**

الفطريات تعتبر من أقدم الكائنات حقيقية النواة والحفريات القديمة التي تم تصنيفها على أنها فطريات تدل على أن الفطريات ظهرت قبل حوالي ٩٠٠ مليون سنة ولكن أقدم الحفريات التي تم التأكد من كونها فطريات يرجع عمرها إلى حوالي ٤٠٠ مليون سنة. وعلى هذا تعتبر الفطريات من اقدم الكائنات حقيقيات النواة.

بناء على بعض الصفات العامة للفطريات وخصوصا احتواء خلاياها على جدار خلوي فقد تم تصنيفها ضمن المملكة النباتية، ولقد كانت هي والطحالب **(Algae)** والاشنات **(Lichens)** في مجموعة واحدة يطلق عليها إسم الثالوثيات**Thallophyta** وهذه الكلمة اللاتينية مشتقة من كلمة **Thallus** وهي تعني فرعا منبطحا غير متمايز إلى أجزاء مختلفة وهو حال الفطريات والاشنات والطحالب.

ولقد بقي هذا التصنيف ساري المفعول حتى عام ١٩٦٩ حيث قام العالم **Whittaker**بوضع الفطريات في مملكة مستقلة استنادا منة إلى كون هذه الكائنات تمتلك صفات أساسية تختلف عن غيرها من الكائنات حقيقيات النواة الأخرى.

ولكن مازال هناك الكثير من العلماء الذين يعتمدون على التصنيف القديم واضعين النباتات والفطريات في مملكة واحدة.

في السنوات العشرة الأخيرة تم تأكيد المملكة المستقلة واعتماد عدد من الأقسام كفطريات حقيقية **(True Fungi)** في حين وضعت بعض الأقسام الأخرى ضمن مملكة الطلائعيات **(Protista)** نظرا لكونها تمتلك صفات بدائية كثيرة بالإضافة لاختلافها في بعض الصفات الأساسية عن الفطريات الحقيقية وخصوصا التركيب الخلوي للجدار، وسميت بالكائنات شبيهة الفطريات **(Organism like fungi).**

الجدول التالي يبين تصنيف الفطريات الحقيقية والكائنات شبيهة الفطريات

Kingdom Protista (organism like fungi)	
Division Oomycota	**Water Mold**
Division Acrasiomycota	**Cellular slim mold**
Division Chytridomycota	**Chytrides**
Division Myxomycotcota	**Plasmodium slim mold**
Kingdom Fungi True Myceteae	
Division Zygomycota	
Division Ascomycota	
Division Basidiomycota	
Division Deuteromycota	

السبب الأساسي التي دفع العلماء إلى وضع الأقسام الأولى

Oomycota،**Acrasiomycota** و **Myxomycota** في مملكة الطلائعيات وفصلهم عن مملكة الفطريات هي كونهم يفتقدون لصفات كثيرة تميز الأقسام الرئيسية للفطريات وخاصة تركيب الجدار الخلوي .

الصفات العامة للفطريات

الفطريات عبارة عن كائنات متعددة الخلايا **(Multicellular)** ونادرا ما نجد فطريات وحيدة الخلية **(Unicellular)**، ومن أشهر الفطريات وحيدة الخلية نجد الخميرة **(yeasts)** بالإضافة لمعظم فطريات قسم الـ**Endomycetales** وهي جميعها تابعة للفطريات الزقية **(Ascomycota).**

تحتوي الخلايا الفطرية تقريبا على جميع العضيات التي تميز خلايا الكائنات حقيقية النواة **(Eukaryote)** حيث نجد أجهزة جولجي**Golgi Apparatus** والفجوات العصارية **(Vacuols)** والشبكة الاندوبلازمية **Endplasmic reticulum**

وأيضا الميتوكوندريا **Mitochondria** ومعظم الأجزاء الأخرى،ولا تحتوي الخلية الفطرية مقارنة مع الخلية النباتية على النشاء النباتي **(Starch)** ولكن تحتوي على النشاء الحيواني **(Glycogen)** ولكن وكما سبق وذكرنا تتميز الخلايا الفطرية كمثيلاتها النباتية باحتوائها على جدار خلوي يتركب أساسا من مادة الكيتين **(Chitin)** وهي المادة الأساسية في تركيب جدر خلايا الفطريات الحقيقية. (لاحظ الشكل).

Division	Cell Wall Composition
Oomycota	Cellulose – Glucan
Myxomycota	Non- Like animal
Acrasiomycota	Cellulose – Glucan
Chytridiomycota	Chitin – Glucan
Zygomycota	Chitin – Chitosan
Ascomycota	Chitin – Glucan
Basidiomycota	Chitin – Glucan
Deuteromycota	Chitin – Glucan

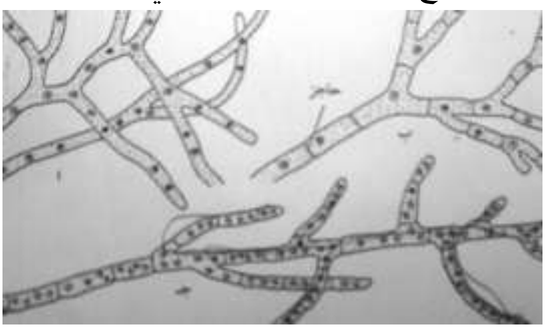
الجدول التالي يبين التركيب الأساسي لجدر خلايا المجموعات الفطرية المختلفة

أهمية الجدار الخلوي عند الفطريات تأتي من كونه حاجزا بين الوسط الخارجي و مكونات الفطر الداخلية حيث ان الفطر يتصل بوسطة البيئي بكامل هيكلة ووجود الجدار هنا هو الحماية اللازمة التي يلجأ إليها الفطر، هذا بالإضافة لكون الجدار الخلوي يعمل كمنظم لدخول الجزيئات الضخمة.

عند بعض الفطريات يحتوي الجدار الخلوي على صبغات مثل الميلانين **(Melanin)**ومثل هذه الصبغات تحمي الفطر من الإشعاعات مثل الأشعة الفوق بنفسجية وكذلك ضد بعض انزيمات الكائنات المحللة.

الخلية الفطرية عندما تبدأ بالنمو والانقسام تكون خيطا يطلق علية أسم **Hypha** ومجموعة الهيفات المتكونة يطلق عليها أسم ميسيليوم **Mycelium**والميسيليوم هو الفطر بحد ذاته .

الفطريات مهما بلغ حجمها فإن جسمها لا يتكون إلا من هذه الهيفات فقط ولا تتميز في تركيبها إلى أنسجة ويتراوح طول الغزل الفطري مابين عدة ميكرونات إلى عدة أمتار في الطول أما قطر الهيفا فيتراوح بين ٥ إلى ١٠٠ ميكرون .غالبا ما تكون الخيوط الفطرية متفرعة والفروع الجانبية لا تختلف في بنيتها عن الخيوط الأصلية



ثلاثة انواع من الخيوط الفطرية: -

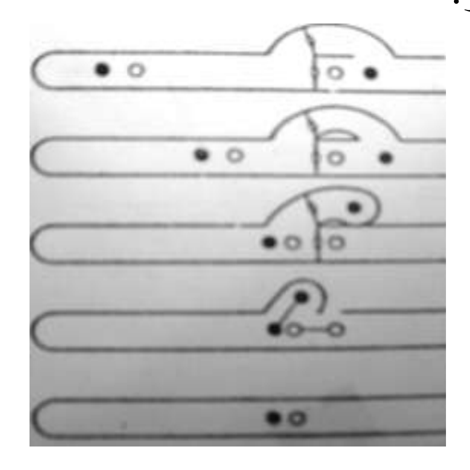
أ. خيط فطري غير مقسم (مدمج خلوي) –
ب. خيط فطري مقسم خلاياة احادية النواة –
ج. خيط فطري غير مقسم خلاياة عديدة الانوية

ولكن أحيانا، في حالة بعض الفطريات المتطفلة تتحول هذه الخيوط إلى ممصات عندما تخترق جسم العائل لكي تستطيع امتصاص غذائها وهذا ما نشاهده عند الفطريات مثل تلك التي تسبب مرض البياض الزغبي للعنب ***Plasmopara viticola.*** وكذلك ما يحدث عند فطر ***Rhizopus sp.*** عندما تخترق خيوطة الوسط الغذائي فتتحول إلى أشباه جذور.

تحورات تحدث في الخيوط الفطرية المتفرعة تجعلها تختلف شكلا عن الخيط الفطري الأصلي وتختلف الفطريات عن بعضها البعض في شكل وتركيب الخيط

الفطري نفسه فنجد الآتي:

- الفطريات التابعة لقسم Zygomycota تكون خيوطها غير مقسمة داخليا حيث تغيب الحواجز **(**Septa**)** بين الخلايا ويصبح الخيط مدمجا خلويا ويطلق علية **اسم** Coneocytic mycelia حيث يتحرك السيتوبلازم ومحتوياتة بما فيهم الانوية من خلية إلى أخري.
- فطريات الـ Ascomycotaوال Deuteromycota تتكون خيوطهم الفطرية بنفس الطريقة التي تتكون فيها خيوط فطريات ال Zygomycotaولكن هذه الخيوط مقسمة بحواجز عرضية Septa وهذه الحواجز مثقوبة بثقوب يطلق عليها اسم Pores من خلال هذه الأخيرة يمر الستوبلازم والنواة.
- فطريات **الـ** Basidiomycota تتكون من خيوط تحتوي هي الأخرى على حواجز عرضية مثقوبة ولكن الاختلاف هنا يكمن في ان هذه الثقوب لا تسمح للأنوية بالمرور عبرها وبالتالي لا تعتبر هذه الخيوط مدامج خلوية وبناء على هذه الخاصية تميزت الفطريات البازيدية بوجود الصفة الأساسية لها والتي تميزها عن غيرها من الفطريات في الأقسام الأخرى، وهي الروابط الكلابية Clamp Connectionsالتي تكونها هذه الفطريات من اجل نقل أنويتها إلى الخلايا الجديدة الناتجة من انقسامات النمو.



شكل يبين لنا الروابط الكلابية

وعملية انتقال النوية خلالها بعد عملية الانقسام.

IV-طرق الحياة المختلفة عند الفطريات

A-التغذية

تنتشر الفطريات بشكل أساسي في العشرين سنتيمتر العلوية من سطح الكرة الأرضية وخصوصا في المناطق الزراعية والغابية حيث تنتشر المواد العضوية وهي تنمو بغزارة في الظلام أو بالأحرى في الضوء الضعيف وفي المناطق الرطبة لأنها تحتاج بشكل كبير للرطوبة المرتفعة حيث أن الحد الأدنى الذي يمكن أن تتحمله هو ما يقرب من ٢٠% رطوبة ، ولكنها توجد في المناطق الباردة و الحارة أيضا وتنتشر الفطريات في التربة كما ذكرنا ولكن نجدها في الهواء أو في المياه كانت بحار أو انهار ويمكن القول انه لا توجد حواجز جغرافية تقف أمام توزعها.

الخلية الفطرية تختلف عن مثيلتها النباتية بعدم احتوائها على بلاستيدات وبالتالي فإن الفطريات تعتبر كائنات غير ذاتية التغذية **(Heterotrophe)** اي أنها تعتمد على غيرها في الحصول على الغذاء.

وتنقسم الفطريات من حيث طبيعة المعيشة إلى أربع أقسام رئيسية هي:

I-**الفطريات الطفيلية** Parasitic Fungi

وهي الفطريات التي تنمو على عوائل مختلفة نباتية كانت ام حيوانية وتسبب لعائلها ضررا قد يؤدي إلى إضعافه أو عدم نموه أو عدم تكاثره وموته، وهناك نوعين:

A-**فطريات إجبارية التطفل** Obligate parasites

وهي الفطريات التي لا تستطيع العيش إلا متطفلة على عوائل أخرى وإن لم يوجد العائل فإنها تمر بفترة سكون حتى تجده أو انها تموت، وهي تقسم إلى قسمين:

١- متطفلة اجبارية وحيدة العائل **Autoecious obligate parasites**

مثل فطر **Plasmopara viticola** الذي يسبب مرض البياض الزغبي للعنب.

٢- متطفلة إجبارية عديدة العوائل**Hetroecious obligate parasites**

مثل فطر ***Puccinia graminis***الذي يسبب مرض الصدأ للمحاصيل كالقمح والشعير والذرة --الخ، حيث يكمل الفطر دورة حياتة على عائل آخر كنباتات البربري عند انتهاء موسم القمح.

B-**فطريات اختيارية التطفل** Facultative parasites

وهي تعيش في الظروف الطبيعية مترممة اي على المواد العضوية فإذا لم تجدها فإنها تنقلب

الفطريات الرمية Saprophytic Fungi

وهي فطريات تعيش على المواد الرمية المتحللة أو بالأحرى على المواد العضوية الميتة المختلفة وهناك نوعان:

١- مترممة اجبارية obligate Saprophytic

هي الفطريات التي لا تستطيع العيش إلا مترممة ومن أمثلتها، الفطريات التي تتغذى على السكر والأحماض الامينية البسيطة ومثال ذلك بعض أنواع فطريات البنسيليوم **(Penicillium)** وهناك الفطريات الأخرى ذات القدرة الانزيمية الكبيرة والتي تستطيع تحطيم مواد معقدة كالسيلولوز واللجنين مثل بعض أنواع جنس ال **Trichoderma**وغالبية الفطريات التي تستعمل صناعيا هي فطريات اجبارية الترمم.

٢- مترممة اختيارية Facultative Saprophytic

وهي فطريات تعيش عادة متطفلة ولكنها إن لم تجد عائلها المناسب تلجأ للترمم ويمكن زراعنها مخبريا مثل فطريات التفحم **(Smuts)** التابعة للفطريات البازيدية

الفطريات التكافلية Symbiotic Fungi

وهي فطريات تعيش بطريقة تكافلية مع عائل آخر وينتج عن هذه العلاقة تبادل منفعة ومن أشهر الأمثلة على هذه العلاقة هي عملية التكافل بين الفطريات والطحالب والذي ينتج عنها الاشنات**.Lichens**

ومـن أهـم العلاقـات التكافليـه للفطريـات هـي مـا يحـدث بـين جـذور النباتـات والفطريات والتـي يطلق عليها ظـاهرة ال **Mycorrhization** اي الجذر الفطري. ويقوم الفطـر مـن خـلال هذه العلاقـة بإمـداد النباتـات بـالمواد المعدنيـة التـي تعذر عليهـا الوصـول اليهـا وثـل النيتـروجين والفسـفور--الـخ ويقـوم النبـات بإمـداد الفطـر بـالمواد الكربوهيدراتية التي يعجز الفطر عن تصنيعها نظرا لإفتقادة للبلاستيدات الخضراء.

IV- **الفطريات النيكروتروفيه** Necrotrophic Fungi

وهي الفطريات التي تبدأ طفيليه وتستمر رميه بعد موت عائلها

B- التكاثر

تستطيع الفطريات ان تتكاثر بعدة طرق مما يزيد من قدرتها على الانتشار والبقاء فهي تعتمد على تغير طرق تكاثرها متأقلمة بذلك مع التغيرات الموسمية والمفاجئة.

الطرق التكاثرية المتعددة هي:

I - **التكاثر اللاجنسي**Asexual r

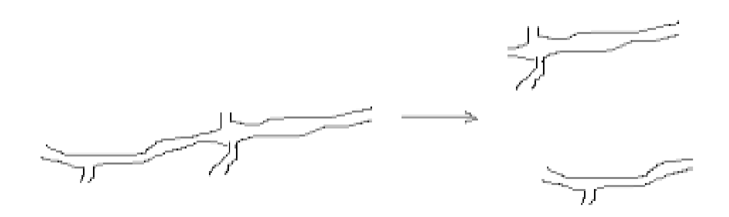
eproduction

جوهر التكاثر اللاجنسي هو عدم اتحاد بين انوية و خلايا أو أعضاء ذكرية وأنثوية. وهو يعتبر أكثر شيوعا من التكاثر الجنسي حيث ان دورة الحياة اللاجنسية تتكرر أكثر من مرة خلال موسم النمو عكس التكاثر الجنسي الذي يحدث مرة واحدة في نهاية دورة الحياة.

طرق التكاثر اللاجنسي الشائعة عند الفطريات:

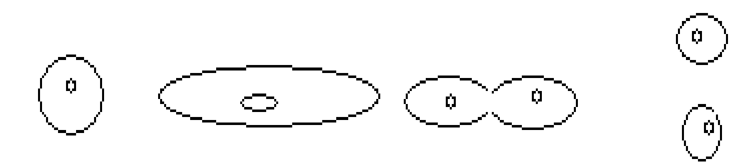
١-الطريقة الخضرية أو تجزئة الميسليوم **Vegetative reproduction Fragmentation**

عن طريق تفتت الخيوط الفطرية إلى أجزاء صغيرة قد تكون خلية أو عدة خلايا سليمة وإذا تهيأت لها الظروف المناسبة فأن هذه الأجزاء تعطي غزلا فطريا كاملا وتستخدم هذه الطريقة لزيادة وعزل الفطريات في المعامل على الأوساط الغذائية المناسبة.



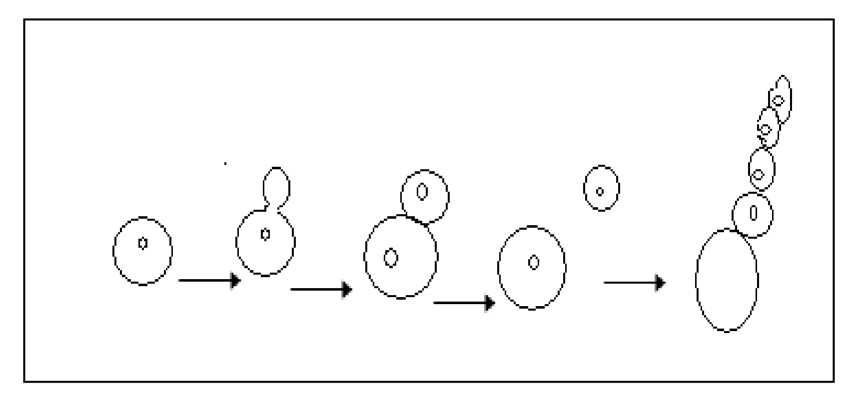
٢-الانشطار المستعرض Transverse fission

غالبا ما يحدث عند الفطريات وحيدة الخلية مثل الخميرة حيث تأخذ كل خلية في الاستطالة وتنقسم نواتها إلى نواتين وتختصر الخلية وتنقسم إلى خليتين كل خلية تحتوي على نواة



٣-التبرعم Budding

وهو خروج بروز خارجي من الخلية الام يسمى برعم **Bud** حيث يلية انقسام النواة الأم إلى قسمين ينتقل احدهما داخل البرعم الذي ينفصل فيما بعد مكونا خلية جديدة. هذا التكاثر يحدث غالبا عند فطريات الخميرة **Yeasts** والتفرينيا **Taphrinales** والتفحم **Smuts** وقد ينتج أحيانا سلسلة من التبرعم ليكون غزلا فطريا يسمى بالغزل الكاذب **Pseudomycelia**



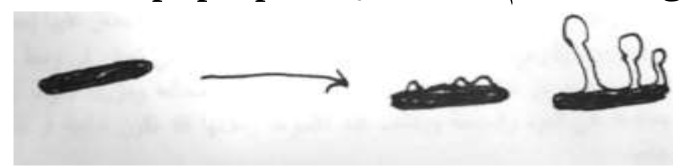
٤- تكوين الأجسام الحجرية Sclerotia

بعض الفطريات وخاصة الفطريات الزقية **Ascomycetes** تتجمع فيها الهيفات لتكوين جسم صلب محكم يسمى بالجسم الحجري **.Slerotium** وتمتلئ خلايا هذا

الجسم بالمواد الغذائية

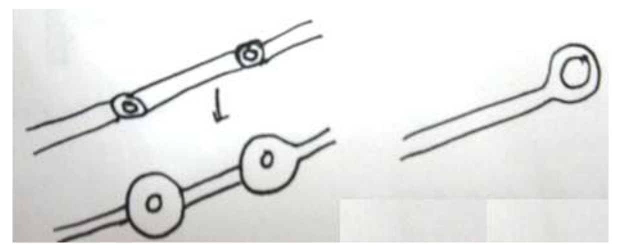
وهذه الأجسام ما هي إلا تركيبات مخصصة لكي يتحمل الفطر الظروف البيئية الصعبة حيث تنبت هذه الأجسام عندما تتحسن الظروف

مثال على هذه الأجسام مايكونة فطر**Claviceps purpurea**



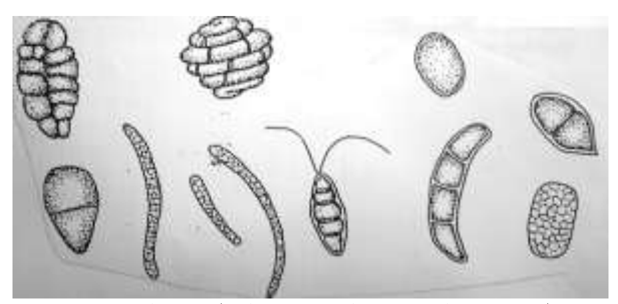
٥-تكوين الجراثيم الكلاميدية Chlamidiospores

عند بعض الفطريات تغلف الخلايا بجدار سميك قبل ان تنفصل عن بعضها البعض مع تخزين مواد غذائية وتسمى بالجراثيم الكلاميدية، وهي إما ان تكون منفردة أو على شكل سلاسل أو بينية واحيانا تكون طرفية وتلجأ الفطريات إلى مثل هذا النوع من التكاثر من اجل ان تتجاوز الظروف البيئية الصعبة، حيث تبنت هذه الجراثيم حال تحسن الظروف المناخية حولها معطية خيوطا فطرية جديدة**.** من أمثلة ذلك فطريات العفن الأسود**.Mucor sp**



٦- تكوين الجراثيم اللاجنسية (الابواغ Spores)

تعد الجراثيم اللاجنسية أو الابواغ اكثر الطرق التي تلجأ اليها الفطريات من اجل تكاثرها وتختلف هذه الجراثيم في شكلها ولونها وحجمها وعدد خلاياها بين فطر وآخر، فقد تكون شفافة أو غامقة اللون ويتفاوت طولها بين اقل من ميكرون حتى ١ ملمتر وأكثر قليلا، وتوجد إما منفردة أو على شكل تجمعات (لاحظ الشكل)



طرز مختلفة من الجراثيم الفطرية اللاجنسية

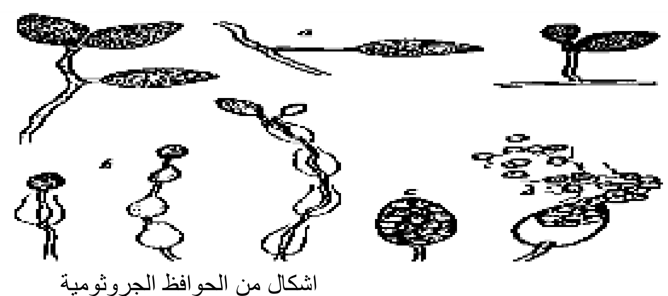
وتنقسم الجراثيم حسب الكيفية التي تحمل بها وطرق تكوينها إلى قسمين:

١ -**الجراثيم الداخلية** Endospoes

وهي جراثيم تتكون داخل حافظة أو كيس ومن امثالها**:**

A- **الجراثيم السابحة** Zoospoes

وتتكون مثل هذه الجراثيم **(Zoospoes)** داخل حوافظ جرثومية يطلق عليها إسم **Sporangium**وهي جراثيم تخص عادة الفطريات المائية أوالتي تعيش في وسط رطب. الجراثيم عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عارية ذات أشكال مختلفة ومزودة بسوط أو اكثر يساعدها على العوم والسباحة ويختلف عدد الاسواط ومكانها فقد تكون امامية أو خلفية أو جانبية**.**

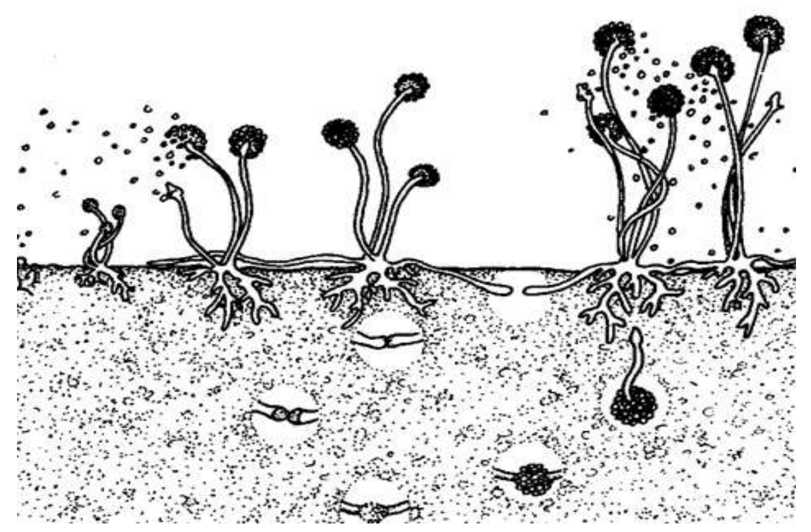


الاسواط الجرثومية

اشكال من الحوافظ الجروثومية

B-الجراثيم الحافظية **Sporangiospores**

وتتكون داخل أكياس أو حوافظ جرثومية **Sporangia** وهي تفتقد للاسواط وبالتالي غير متحركة وتحاط عادة بجدار خلوي حيث تنطلق خارج الحافظة حال تمزقها بعد أن تنضج الجراثيم ويتم نقلها بواسطة الرياح وتحمل الحوافظ الجرثومية عادة على هيفا متخصصة تسمى حامل الحافظة **Sporangiophore** كما هو الحال عند فطريات عفن الخبز مثل فطر ***Rhizopus stolonifer***

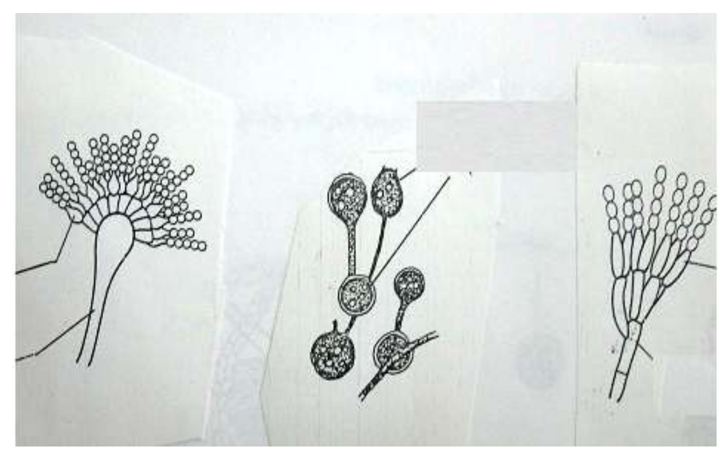


فطر ريزوبس***Rhizopus stolonifer***

٢- **الجراثيم الخارجية** Exospoes

ويطلق عليها إسم **Conidiospores** أو الجراثيم الكونيدية واحيانا الكونيديات **Conidia**وهي جراثيم غير متحركة وتنتظم خارجيا على التراكيب المولدة لها أو بمعنى آخر على الحوامل الكونيدية **.Conidiophores**

ومن أشهر الأمثلة على ذلك فطري ***Aspergillus***و ***Penicillium*** و ***Phtophthora***



وتختلف الجراثيم الكونيدية في الشكل والتركيب وعدد الخلايا وهي توجد إما منفردة مثل فطريات جنس **Phytophthora** أو على شكل سلاسل كما في فطريات البنسيليوم والاسبرجيلس أو في مجاميع تبقى متعلقة داخل قطرة مخاطية كما هو الحال عند فطريات جنس **Cephalosporium** ومعظم الفطريات تنتج أشكالا مختلفة من الجراثيم ونادرا ما تنتج شكلا واحدا وقد نجد في بعض الفطريات أكثر من أربعة أشكال مختلفة.

يعتمد تصنيف الفطريات بشكل كبير على شكل وحجم هذه الجراثيم ولونها وطريقة انقسامها، وهذه الجراثيم تكون أحيانا مقسمة بحواجز عرضية إلى عدد من الخلايا كما هو الحال عند العديد من فطريات جنس **Fusarium** أو قد تظهر مقسمة بحواجز طولية وعرضية كما هو الحال عند بعض فطريات جنس **Alternaria.**

الحوامل الجرثومية اللاجنسية :

تختلف إشكال الحوامل الكونيدية أو الحوامل الجرثومية اللاجنسية حيث تكون إما منفردة أو متجمعة على سطح الميسيليوم أو في الداخل وهناك ثلاث إشكال رئيسية من الحوامل الجرثومية اللاجنسية:

١- الوعاء البكنيدي Pycnidium or Pycnium

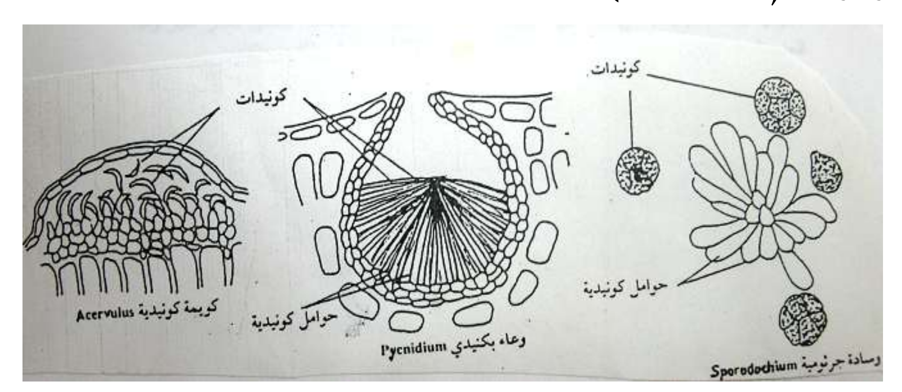
وهو وعاء يشبه الدورق يكون عادة مدفونا في الوسط الذي ينمو علية الفطر وبة فتحة علوية **(Ostiole)** تخرج عن طريقها الجراثيم البكنيدية **(Pycnidiospores)** على شكل كتل أو لولب طويل أو خيوط رفيعة.

٢-كويمة كونيدية Acervula

حوامل على شكل أطباق أو على شكل وسادة تحمل حوامل قصيرة تتكون عليها الجراثيم الكونيدية.

٣-أوسادة جرثومية Sporodochium

يشبه التركيب السابق ولكن الوسادة واضحة التركيب والحوامل متقاربة متزاحمة ومتداخلة وطويلة. (لاحظ الشكل)



منظر يبين حوامل الجراثيم اللاجنسية المختلفة.

التكاثر الجنسي Sexual reproduction

معظم الفطريات الحقيقية تتكاثر جنسيا باستثناء الأفراد التابعة لقسم الفطريات الناقصة **Deuteromycota** ولذلك فهي تسمى بالفطريات الناقصة

Fungi Imperfectii حيث يعتقد غياب الطور الجنسي في هذا القسم أو انه لم يكتشف بعد.

يتضمن التكاثر الجنسي اندماج نواتين من مشيجتين متشابهتين أو مختلفتين كلاهما أو احدهما متحرك، أو قد يحدث بين خليتين خضريتين لنفس الثالوث

يوجد ثلاث مراحل رئيسية مميزة للتكاثر الجنسي تحدث عادة بصورة متتابعة:

١- الاقتران البلازمي Plasmogamy

ويطلق علية عادة اسم الاتحاد الخلوي وفية يحدث اندماج بين بروتوبلازم الخليتين المتزوجتين مما يعمل على اقتراب الانوية داخل إحدى الخلايا أو في داخل العضو المتكون من اجل هذه العملية.

٢- الاقتران النووي Kariogamy

وهي الخطوة الثانية في التكاثر الجنسي وفية تندمج نواتان كل منهما أحادية المجموعة الصبغية **(Haploid) (١N)** لتكوين لاقحة **Zygote** وهي ثنائية المجموعة الصبغية.**(Diploid) (٢N)**

٣- الانقسام الاختزالي Meiosis

وهو الطور الثالث من أطوار التكاثر الجنسي وهو يتبع الاقتران النووي مباشرة أو يحدث بعد فترة، وفي هذا الطور تبدأ النواة ثنائية المجموعة الصبغية بالانقسام الاختزالي مما ينتج عنة اختزال عدد الصبغيات إلى عدد من الانوية أحادية المجموعة الصبغية، والتي تعتبر الجرثومة الجنسية بعد تكوين جدارها. وتحدث هذه العمليات عند الفطريات في تتابع منتظم.

أنواع التكاثر أو الاقتران البلازمي المختلفة:

١- تزاوج جنسي بين أمشاج متشابهة **Isogamy** حيث يحدث هذا التزاوج بين أمشاج متشابهة شكلا وحجما ومسلكا أو بالأحرى ذات أصل واحد.

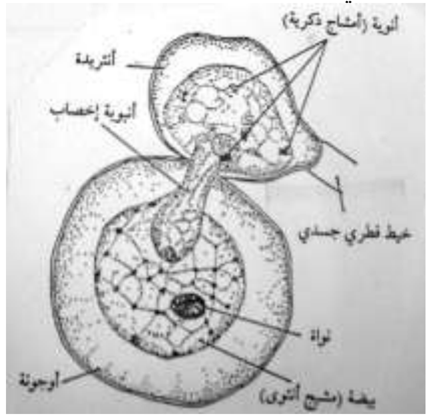
٢- تزاوج جنسي بين أمشاج مختلفة **Heterogamy** حيث يحدث التزاوج بين أمشاج مختلفة شكلا وحجما ومسلكا أو بالأحرى ذات أصل مختلف وهنا يحدث التزاوج بين أمشاج صغيرة (ذكرية) وكبيرة (انثوية)

في العادة وكما هو الحال عند الفطريات الزقية فإن الحافظة التي تحمل الأمشاج الكبيرة تسمى(**Oosphere** بيضة) والأمشاج الكبيرة اي الانثوية تسمى **Oogonium**أو **Ascogonium.**

الحافظة التي تحمل الأمشاج الصغيرة تسمى **Antheridium** والأمشاج الصغيرة اي الذكرية تسمى **Antherozoides** أو السابحات الذكرية.

والخطوة التطورية هنا هي ان احد الأمشاج يظل ساكنا بينما يتحرك الآخر بحيث تزيد فرصة التقاء الأمشاج. (انظر الشكل)

اقتران بلازمي بواسطة تلامس الحافظتين الجرثوميتين



V- الأهمية العامة للفطريات

Usage	Product	Fungal Source	Application
Medicine	**Peniciline** **Cephalosporine** **Grisofluvin** **Fusidin** **Cyclosporin** **Ergot alkaloids**	***Penisilium chrysogenum*** ***Cephalosporium acremonium*** ***Penicilium grisofulium*** ***Fusidium coccineum*** ***Trichoderma polysporum*** ***Claveveps purpura***	**ِAntibacterial** **ِAntibacterial** **Antifungal** **ِAntibacterial** **Immunosuppressant** **Inducelabour, migraine treatment**
Agriculture	**Zeralenone** **Gibreline**	***Gibbrella zeae*** ***Gibberella fujkuroi***	**Growth promoter for cattle** **Plants hormons**

تلعب الفطريات دورا أساسيا في الحياة العامة لجميع الكائنات وفي جميع المجالات حيث لها أهميتها الخاصة في كثير من الصناعات الغذائية والطبية والزراعية بالإضافة لكونها بحد ذاتها مصدرا هاما للمواد الغذائية، كما وتلعب الفطريات دورا أساسيا في التوازن البيئي والحفاظ علية واستمراريتة وكذلك لها أيضا دورا كبيرا في مجال المقاومة البيلوجية والتي تحد بشكل ملحوظ من استعمال بعض المواد الكيميائية الضارة بيئيا .

١-الصناعة : (الادوية والمواد الزراعية والانزيمات)

جدول يبين بعض أهم المواد الطبية والزراعية التي تنتجها الفطريات

Usage	Fungal Source	Application
Alpha amylase Amyloglucosidase Pullulanase Glucose aerophydrogenase Protases Invertases Pectinases Rennet Gulocose isomerase Lipases Hemicellulase Gulocose oxidase	***Aspergillus niger Aspergillus niger Aureobasidium pullulans Aspergillus niger Aspergillus spp. Yeasts Aspergillus, Rhizopus Mucor spp. Mucor, Aspergillus Aspergillus niger Aspergillus niger***	**Starch conversion Starchsyrups, dextrose foods Debranchingof starch Productionof gluconic acid Breakdownof proteins Sucrose conversions Clarifying fruit juices Milk coagulation High fructose syrups Diary industry detergents Baking gums Food processing**

جدول يبين بعض أهم المواد الانزيمات التي تنتجها الفطريات

٢ -الأمراض

الإنسان

تسبب الفطريات أمراضا كثيرة للإنسان وإن كانت معظم هذه الأمراض تعتبر جلدية(**Mycosis**) بالإضافة لبعض أمراض الجهاز التنفسي و الهضمي.

Primary route of entry	Fungus	Sexual stage	Disease	Natural habitat
Skin	***Trichophyton*** **(٢٤ species)** ***Microsporum*** **(١٦ species)** ***Epidermophyton*** **(٢ species)** ***Pityriasis versicolor***	***Arthroderma*** **(ascomycota)** **None**	**Ringworm, tinea, dermatomycosis**	**Keratinized tissues ,soil domesticated animals**
Wounds	***Phialophora Cladosporium, Sporothrix, etc***	**Often Non**	**Subcutaneous mycoses Chromomycosis Sporotrichosis, etc**	**Saprotrophic in soil Vegetation, etc**
Mucosa	***Candida albicans***	**None**	**Candidosis, vulvovaginitis, thrush**	**Commensal on mucosa**

Lungs	*Aspergillus fumigatus* *A. ffavus, A. niger*, etc *Blastomyces dermatitidi* *Coccidioides immitis* *Cryptococcus neoformans* *Histoplasma capsu/a turn* *Paracoccidioides brasi/iensis*; *Pneumocystis carinii*	None *Ajellomyces* (Ascomycota) None *Filobasidiella* (basidiomycota) *Ajellomyces* (Ascomycota) None None	Aspergillosis; lungs or invasive Blastomycosis; lungs, skin lesions, bones, brain Coccidioidomycosis; lung, systemic Cryptococcosis; lung, brain, meninges Histoplasmosis; lung; rarely systematic Paracoccidioidomycosis; lung, cutaneous, lymph nodes Pneumonia	Saprotrophic in soil plant material Saprotrophic Saprotrophic in soil Bird excreta Vegetation Bird and bat excreta Soil? Humans, animals

جدول يبين بعض الفطريات التي تسبب أمراضا للإنسان

النباتات:

من الصعب إحصاء الأمراض الفطرية التي تصيب النباتات ولعل الفطريات هي من اخطر الطفيليات التي تسبب خسائر كبيرة للنباتات ويمكننا ان نذكر على سبيل المثال لا الحصر بعض الأمراض الفطرية التي تسبب خسائر كبيرة.

الأمراض الفطرية التي تصيب القرعيات

النبات	المرض	الفطر المسبب	الأعراض
القرعيات	الذبول الطري للقرعيات **(Damping off)**	يسبب هذا المرض فطريات مختلفة معظمها يتبع الأجناس التالية: ***Pythium*** ، ***Phytophthora*** ، ***Rhizoctonia***، ***Fusarium***	ذبول وسقوط البادرات
القرعيات	البياض الزغبي للقرعيات **(Downy mildew)**	يتسبب المرض عن الفطر الطحلبي ***Pseudoperonospora cubensis***	ظهور بقع مضلعة خضراء باهتة ثم تتحول إلى اللون البني وذلك في السطوح العليا للأوراق .

القرعيات	البياض الدقيقي في القرعيات **(Powdery mildew)**	يتسبب المرض عن الإصابة بالفطر ***Erysiphe cichoracearum*** و ***Sphuerotheca humuli***	بقع صغيرة سطحية مستديرة بيضاء دقيقية .
القرعيات	أنثراكنوز القرعيات **(Anthracnose)**	يتسبب هذا المرض عن الفطر ***Colletotrichuns lagenarium***	ظهور بقع غير منتظمة صفراء خفيفة على أنصال الأوراق سرعان ما تصبح بنية إلى سوداء .

الأمراض الفطرية التي تصيب القرعيات

النبات	المرض	الفطر المسبب	الأعراض
القرعيات	لفحة الساق الصمغية في القرعيات ويعرف هذا المرض باسم العفن الأسود **(Black rot)**	يتسبب هذا المرض عن الفطر الإسكي : ***Mycosphaerella melonis***	بقع دائرية بنية تتحول إلى اللون الأسود على الأوراق الفلقية والسيقان.
القرعيات	تبقع أوراق النباتات العائلة القرعية . **(leaves spots)**	ينتج تبقع الأوراق عن الإصابة بعدة فطريات منها: ***Alternaria alternaria*** ***Helminthosprium sp*** ***Macrosporium sp*** أهم فطر وهو يشبه الفطر المسبب للفحة البدرية في الطماطم ***Allernaria cucumerina***	بقع مستديرة أو غير منتظمة باهتة صفراء تتحول إلى اللون الأسود.
القرعيات	عفن الثمار في القرعيات **(Fruit rot)**	يتسبب غفن ثمار القرعيات عن عدة فطريات منها الفطر الطحلبي : ***Choanephora cucurbitarum.*** ***Botrytis cinerea .*** ***Sclerotinia sclerotiorum***	ذبول الأزهار وموتها .

الأمراض الفطرية التي تصيب العائلة الوردية

الأعراض	المسبب	المرض	النبات
بقع صغيرة مستديرة حمراء إلى بنفسجية تتحول إلى اللون البني ثم إلى اللون الرمادي أو الأبيض مع احتفاظها بحواف حمراء داكنة على السطوح العلوية للوريقات .	يتسبب عذا المرض عن الفطر الأسكي ***Mycosphaerellafragariae***	تبقع الأوراق **(Leaf spots)**	الفرأولة
بقع بنية فاتحة ثم تشمل الثمرة كلها مما يؤدي إلى جفاف الثمرة .	يتسبب هذا المرض عن فطريات أهمها الفطرين ***Botrytis*, *cinerea*** الذي يسبب العفن الرمادي وفطر ***Rhizopus stolonifer*** الذي يسبب الرشح .	عفن الثمار **(Fruit rot)**	الفرأولة
حدوث تقرحات صفراء اللون على الجذور تدكن في اللون حتى تصبح سوداء .	يتسبب هذا الفطر عن عدد من فطريات التربة أهمها ***Rhizoctonia solani*** .	عفن الجذور الأسود **(Black root rot)**	الفرأولة

الأمراض الفطرية التي تصيب العائلة الباذنجانية

الأعراض	المسبب	المرض	النبات
موت وسقوط البادرات .	يتسبب هذا المرض عن عدة كائنات دقيقة وتعتبر الفطريات بيثيوم **Pythium spp.** من أهم الفطريات المسئولة عن الذبول الطري ما قبل الظهور وفطريات ريزوكتوبيا **Rhizoctonia spp** من أهم مسببات الذبول الطري ما بعد الظهور .	الذبول الطري **(Damping off)**	الطماطم
بقع خضراء باهتة أو صفراء غير محدودة الحافة على الأوراق تأخذ اللون البني المصفر ثم تسقط الأوراق .	يتسبب فطر كلادوسبوريم فالفم **Cladosporium fulum.**	عفن الأوراق **(Leaf mold)**	الطماطم

الطماطم	بقعة رأس المسمار **(Nail-head spot)**	يتسبب الفطر الترناريا توماتو **Alernaria tomato**	بقع مستديرة أو غير منتظمة لونها بني داكن
الطماطم	البياض الدقيقي **Powdery mildew**	يتسبب فطر **Leveillula taurica** حيث ينتشر في فلسطين ومصر	بقع صغيرة سطحية مستديرة بيضاء دقيقية .
الطماطم	عفن الثمار **Fruit rot**	توجد عدة فطريات تسبب المرض مثل : **Phytophthora infestans** و **Alterharia solani** وهي فطريات يمكنها إصابة الثمار أثناء نموها ويوجد فطريات تسبب العفن بعد القطف ومنها: **Alternaria**وأيضاً **Aspergillusflavus**.	تعفن الثمار في أطوار نموها ونضجها المختلفة .

الأمراض الفطرية التي تصيب الصليبيات

النبات	المرض	المسبب	الأعراض
الصليبيات	الذبول الطري **Damping-off**	أهمها **Rhizoctonia solani** ، وبعض الفطريات التابعة لجنس **Altrenaria** وهذه الفطريات قد تسبب عفناً للبذور في الأطوار الأولى للإنبات كما قد تصيب البادرات قبل وبعد الظهور.	عفن البذور في الأطوار الأولى للإنبات وموت البادرات قبل الظهور وبعده
الصليبيات	الصدأ الأبيض **(White rust)**	يتسبب المرض عن فطر الطحلبي **Albugo cundida** ويصيب هذا المرض بخاصة اللفت والفجل .	إصابة البادرات تؤدي إلى تقزم النباتات وفي الحالات الشديدة تؤدي إلى موتها
الصليبيات	البياض الزغبي **(Downy mildew)**	يتسبب هذا المرض عن الفطر الإجباري التطفل **Peronosporaparasitica** الذي يصيب الكرنب والقرنبيط	تبقعات على السطوح العليا للأوراق يقابلها زغب أبيض إلى بنفسجي على السطوح السفلى للأوراق

الصليبيات	التبقع الألترناري **(Alternaria spots)**	يتسبب هذا المرض عن عدة أنواع من الجنس **Alternaria** ومنها **Alternariabrassicae** الذي يصيب غالباً الأوراق الدقيقة مثل الفجل واللفت والخردل ، وأما الفطر **Alternariabrassicicola** الذي يصيب غالباً النباتات ذات الأوراق السميكة مثل الكرنب والقرنبيط ، والفطر**Alternariaraphani** الذي يصيب الفجل بصفة خاصة .	قرح دقيقة غامقة اللون على قاعدة الساق
الصليبيات	مرض الريزوكتونيا **(Rhizoctonia Disease)**	فطر **Rhizoctoniasolani** وهو من فطريات التربة التي تصيب عدد كبير من النباتات ، مثل الفجل .	تكون بثرات صدئية اللون تصبح بنية لزجة

الأمراض الفطرية التي تصيب العائلة الزنبقية

النبات	**المرض**	**المسبب**	**الأعراض**
البصل	الذبول الطري في البصل **(Damping off in onion)**	اهم الفطريات المسببة هي فطريات التربة مثل***Pythium* spp *Rhizoctonia solani Fusarium equiseti***	ذبول وإنحناء البادرة .
البصل	الجذر القرنفلي في. **(Pink root)**	يتسبب أحد فطريات التربة ويدعى ***Pyrenochaeta terrestris***	تحول لون الجذر إلى القرنفلي أو بنياً أو أسوداً.
البصل	البياض الزغبي **(Downy mildew)**	الفطر الذي يصيب البصل والثوم. ***Peronospora destructor***	ظهور بقع متضادة بيضاء على الأوراق وفي النهاية تذبل الأوراق وتموت .
البصل	تفحم البصل **(onion smut)**	الفطر ***Urocystis cepulae*** التابع ل ***.Ustilaginales***	بثرات بارزة لونها بني إلى أسود في الأوراق الخارجية .

البصل	العفن الأبيض **(White rot)**	يتسبب فطر ***Sclerotiumcepivorum***	تعفن الأوراق وإصفرار قممها .
البصل	عفن الرقبه في البصل **(Neck rot)**	تتسبب الفطريات التابعة للجنس **Botrytis**ومنها **Botrytis Allii** و **Botrytis septopora.**	لين قواعد الأوراق عند موضع قطعها .
البصل	العفن القاعدي في البصل **(Basa rot)**	يتسبب المرض عن فطريات مثل ***Fusariusm spp*** أهمها فطر ***F. oxysporumF. cepae*** وهي فطريات تعيش في التربة .	اصفرار قمم الأوراق وذبولها من أعلى إلى أسفل .
البصل	الصدأ **(Rust)**	يتسبب المرض عن فطر ***Puccinia porri***	بثرات صغيرة دقيقية الملمس حمراء برتقالية.
البصل	التبقع الأرجواني والسمطة في البصل **(Purle blotch & scald)**	يسببه الفطر الناقص ***Alternaria porri***	بقع بيضاء صغيرة ذات مركز أرجواني .
البصل	عفن الورقة في البصل	فطر ***AlternarialternariaStemphyliumboryosum .***	إصابة الأوراق وإعطائها لون أسود .
البصل	العفن الأسود	الفطر ***Aspergillusniger***	مسحوق تفحمي أسود .

الفصل الرابع
أساسيات علم البيئة

علم البيئة:

ما الذي نعرفه عن علم البيئة ؟ ما أهميته ؟ ما الذي يدرسه ؟
وما علاقته بالعلوم الأخرى؟

يتفق الخبراء والمختصون المعنيون بأن علم البيئية يحتل في الوقت الحالي حيزاً هاماً بين العلوم الأساسية والتطبيقية والإنسانية.ولعل من أهم ما دعا الإنسان المعاصر إلى النظر إلى علوم البيئية بهذه الجدية هي التفاعلات المختلفة بين أنشطة التنمية والبيئة، والتي تجأوزت الحدود المحلية إلى الحدود الإقليمية والعالمية.وأصبح الإنسان ينظر إلى هذه المستجدات كمشاكل عالمية لا تستطيع الدول، إلا مجتمعة، أن تضع الأطر والحلول المناسبة لها. علماً بأن مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية في ستكهولم عام ١٩٧٢ أعطى للفضة " البيئة" فهماً واسعاً، بحيث أصبحت تدل على أكثر من مجرد عناصر طبيعية (ماء، وهواء، وتربة، ومعادن، ومصادر للطاقة، ونباتات، وحيوانات)، وإنما جعلها بمثابة رصيد من الموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما وفي مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته.

لقد نشأ علم البيئة كحاجة موضوعية،ليبحث في أحوال البيئة الطبيعية، أو مجموعات النباتات، أو الحيوانات التي تعيش فيها، وبين الكائنات الحية الموجودة في هذه البيئة.وعلم البيئة يبحث في الأفراد والجماعات والمجتمعات والأنظمة البيئية، وحتى في الكرة الحية،ولذا يعتبر أحد فروع علم الأحياء الهامة،حيث يبحث في الكائنات الحية ومواطنها البيئية.

ويُعرفُ علم البيئة بأنه العلم الذي يبحث في علاقة العوامل الحية (من حيوانات ونباتات وكائنات دقيقة) مع بعضها البعض، ومع العوامل غير الحية المحيطة بها.وهو معني بدراسة وضع الكائن الحي في موقعه، فضلا عن محيطه الفضائي.ويحأول علم البيئة الإجابة عن بعض التساؤلات، ومنها: كيف تعمل الطبيعة، وكيف تتعامل الكائنات الحية مع الأحياء الأخرى أو مع الوسط المحيط بها سواء الكيمأوي أو الطبيعي. وهذا الوسط يطلق عليه النظام البيئي، الذي نجد أنه يتكون من مكونات حية وأخري ميتة أو جامدة. إذاً، فعلم البيئة هو دراسة الكائنات الحية وعلاقتها بما حولها وتأثيرها على علاقتنا بالأرض.

المرادف لمصطلح البيئة بالإنكليزية هو **Environment**.وهناك مصطلح **Ecology**، مشتق من كلمة **Okologie** الذي اقترحها عالم الحيوان الألماني أرنست هيكل ١٨٦٩ (**Ernest Haeckel**) لتعني علاقة الحيوان مع المكونات العضوية واللاعضوية في البيئة.وأصل الكلمة مشتق من المقطع اليوناني **Oikes** والتي تعني بيت و **Logos** تعني علم. وبذلك تكون كلمة إيكولوجي هي علم دراسة أماكن معيشة الكائنات الحية وكل ما يحيط بها.

وفي اللغة العربية، فان كلمة بيئة مشتقة من الفعل الثلاثي بَوَأَ، ونقول تبوأ المكان أي نزل وأقام به. والبيئة هي المنزل، أو الحال (المعجم الوسيط). ولقد درجنا في اللغة العربية على إطلاق إسم علم البيئة على التسمية **Ecology** فأختلط بذلك الأمر مع مفهوم البيئة **Environment** وأصبح عالم **Ecologist** وعالم **Environmentist** وكأنهما تسميتان مترادفتان لمجال عمل واحد، ولكن الواقع يختلف عن ذلك تماماً.فعالم **Ecologist** يعني- بحسب اَيوجين اَدوم- بدراسة وتركيب ووظيفة الطبيعة، أي أنه يعني بما يحدد الحياة وكيفية استخدام الكائنات للعناصر المتاحة.أما عالم البيئة **Environmentis** فيعنى بدراسة التفاعل بين الحياة والبيئة،أي انه يتنأول تطبيق

معلومات في مجالات معرفية مختلفة في دراسة السيطرة على البيئة، فهو يعني بوقاية المجتمعات من التأثيرات الضارة، كما يعنى بالحفاظ على البيئة محلياً وعالمياً من الأنشطة البشرية ذات التأثير الضار، وبتحسين نوعية البيئة لتناسب حياة الإنسان.

إن علم البيئة أو علم التبيؤ **Ecology** هو الدراسة العلمية لتوزع وتلاؤم الكائنات الحية مع بيئاتها المحيطة وكيف تتأثر هذه الكائنات بالعلاقات المتبادلة بين الأحياء كافة وبين بيئاتها المحيطة. بيئة الكائن الحي تتضمن الشروط والخواص الفيزيائية التي تشكل مجموع العوامل المحلية اللاحيوية كالطقس والجيولوجيا (طبيعة الأرض)، إضافة للكائنات الحية الأخرى التي تشاركها موطنها البيئي (مقرها البيئي) **habitat**.

تقسيمات علم البيئة:

لتسهيل دراسة علم البيئة وتخصيص مجال الدراسة، وضعت عدة **تقسيمات لعلم البيئة، منها:**

١-علم البيئة الفردية **Autecology** والذي يهتم بدراسة نوع واحد أو التداخلات الحيوية في مجموعة مترابطة من الأنواع في بيئة محددة،ويعتد هنا استخدام التجربة في الدراسة، سواء المخبرية أو الميدانية، لجمع المعلومات البيئية.

٢-علم البيئة الجماعية **Synecology** وهو نوع من الاتجاه الجماعي في الدراسة، وفيه تدرس جميع العوامل الحية (جميع أنواع الكائنات الحية) والعوامل غير الحية في منطقة بيئية محددة. ويقسم هذا العلم إلى:

- علم البيئة البرية **Terrestrial Ecology**
- علم البيئة المائية **Aquatic Ecology**
- علم البيئة البحرية **Marine Ecology**

وفي تقسيم أخر، يقسم البيئة إلى:

علم البيئة الحيوانية **Animal Ecology**

علم البيئة النباتية **Plant Ecology**

وقد اتسعت دائرة علم البيئة لتشمل العديد من الفروع المتعلقة به، ومنها إدارة الحياة البرية **Wildlife Management** وعلم الغابات **Forestry** وعلم بيئة المتحجرات **Paleoecology** وعلم المحيطات **Oceonography** وعلم الجغرافيا الحياتية **Biogeography** وعلم تلوث البيئة **Pollution Ecollgy** وعلم التقانات البيئية**Eclogical Technology** وعلم البيئة الفسيولوجي **Physiological Ecology** الخ.

وكغيره من العلوم، فانه من الصعب فصل علم البيئة عن غيره من العلوم الطبيعية والبحتة، فهو مرتبط بكل فروع علم الأحياء ارتباطا وثيقاً كالفسيولوجيا،أو الفسلجة، وعلم الحيوان، وعلم النبات، والكيمياء الحيوية، والوراثة والتطور، وعلم السلوك، والبيولوجيا الجزيئية، والتقانات الحيوية. ويرتبط علم البيئة أيضاً بالعديد من العلوم الأخرى، أهمها :علم الأحصاء، وذلك لتوزيع البيانات التي يحصل عليها الباحث البيئي توزيعاً إحصائياً، ويستخدم الحاسوب في تحليل النتائج وإعطاء أفضل الوسائل لعرضها وتوضيحها. وكذلك فهو يرتبط بعلم الكيمياء، والفيزياء، والجيولوجيا، والهندسة، وله علاقة كبيرة مع علم الصيدلة، والطب، والزراعة بشتى فروعها.

ومن هنا فإن مجال علم البيئة واسع جداً، مقارنة بعلوم الحياة الأخرى.ولأدراك ما يبحثه هذا العلم، علينا أولاً التعرف على ما يسمى بالطيف البيولوجي **Biological Spectrum** الذي يمثل أولى الخطوات في مفهوم علم الحياة، حيث تتألف حلقات هذا الطيف من مكونات تُرسم في وضع افقي، لا تأخذ فيه حلقة أهمية عن حلقة أخرى:

أجهزة– ---- أعضاء ----- أنسجة–---- خلايا –--- عُضيات---
---- جزيئات–- **Organells-- Cells ---Tissues-- -Organs - Systems**
Molecules–/كائنات حية -- **Organisms**/ جماعات – ------ مجتمعات
حيوية --- أنظمة بيئية ---- الكرة الحية - **Ecosystems - Ecosphere**
Communities - Populations

الطيف البيلوجي– الصف الأعلى يمثل مجال عمل العالمي البيئي، الأسفل– مجال فروع علم الحياة الأخرى.

و يمثل الطيف البيولوجي،من جانب آخر، ترابط هذه الحلقات مع بعضها البعض. فالمفهوم العام بأنه لا يمكن لعضو معين ان يمارس وظيفة معينة إلا إذا كان ضمن جهاز يضمن له البقاء والاستمرارية.

والجماعة السكانية الحياتية لها فرصة بالبقاء أفضل ضمن المجتمع البيئي، والمجتمع ضمن النظام البيئي، وهكذا حتى يصل المطاف إلى الكرة الحية التي تحوي مجموعة الأنظمة البيئية كلها. ولولا وجود الكرة الحية لتداعت هذه الحلقات جميعها ولما وجد الطيف البيولوجي والحياة بأكملها.

ستتوضح هذه الإشكاليات أكثر عند دراستنا لبيئة الجماعات وللنظام البيئي،في الفصول القادمة.

لماذا الاهتمام بالبيئة

وضرورة المحافظة عليها ؟

يؤكد الخبراء بأن إدراك الفرد والجماعة لأهمية البيئة وضرورة المحافظة على مقوماتها قديم قدم وجود الإنسان على الأرض.غير أن هذا الإدراك تزايد منذ انعقاد

مؤتمر الأمم المتحدة لبيئة الإنسان في العاصمة السويدية ستوكهولم في حزيران/ يونيو ١٩٧٢، واليوم ثمة إجماع عام على أن حياة الإنسان وصحته ورفاهيته مرتبطة كل الارتباط بمصادر البيئة المحيطة وسلامتها، وهي تحدد مصير الأجيال- حاضراً ومستقبلاً.

إن البيئة- ظاهرة كونية طبيعية، تشكلت وارتبطت بسلسلة من التحولات الجيولوجية والمناخية قبل مئات الآلاف، بل ملايين السنيين، لتكون النظام البيئي الخاص **Ecosystem** ، الذي تحكمه قوانين مكونات البيئة وعناصرها الأساسية، والتحولات والتغيرات في الظواهر البيئية.والتحولات والتغيرات البيئية هي نتاج التغيرات الطبيعية وما يتبعها من تحولات، أو ناجمة عن تنامي دور الإنسان والمجتمعات البشرية عبر ضغطها المتواصل وافراطها في استثمار مواردها أو إطلاق الملوثات والنتائج العرضية لمخلفات التنمية.هذه التحولات والتغيرات تتسبب بإحداث خلل في التوازن البيئي. والخلل في التوازن البيئي ينعكس بصور متنوعة،مثل موجات الجفاف، والتقلبات المناخية المتطرفة.وتفضي التقلبات المناخية إلى إحداث أضرار على التوازن الإحيائي، ونمط الحياة السائد. ونتيجة لتلك الأضرار تختفي مجموعات من الكائنات الإحيائية (حيوانية أو نباتية ممن كانت سائدة). و بالتالي فهذه التغيرات تشكل طريقاً سهلاً لاضطرابات اقتصادية واجتماعية وصحية متنوعة. وبذا تصبح الحياة، بشكل عام، والحياة الإنسانية، بشكل خاص، أكثر تعقيداً، وصعوبة، ومشقة.

لقد شكلت، وتشكل الضغوط البيئية، وتفاقماتها المتراكمة على امتداد ما يقرب من قرن من الزمان، عبئاً ثقيلاً على النظام البيئي. غير ان وتائر التدهور تسارعت خلال النصف الثاني من القرن العشرين وحتى اليوم، بسبب الأحداث التي شهدها، وأثرت تأثيراً كبيراً على البيئة في العالم، كالحروب، والتلوث، والتغيرات المناخية،والفقر،

والمجاعة، وانتشار الأمراض، وغيرها.. فاضحت مشكلات التدهور والتلوث البيئي قضية مركزية للحياة ولمستقبل المنطقة بكاملها. وأصبح أمراً مؤكداً، ولا يقبل الشك، بأن الاستقرار والتنمية ترتبطان أوثق ارتباط مع تعزيز اتجاهات تنظيف البيئة ورعايتها وحمايتها. وكل هذا يستلزم إدارة بيئية عصرية ومتطورة، من دونها لا يمكن بلوغ الاستقرار والتنمية المستدامة. وسنتنأول هذه القضايا المهمة في محاضرات لاحقة.

ويمكن تلخيص محأور التدهور البيئي بما يلي:

١-التعرية لمكونات النظام البيئي الأساسية، وهي الموارد الأرضية، والغطاء النباتي، والتنوع الإحيائي، والتغيرات المناخية وغيرها.

٢- تزايد مستويات التلوث لمحيط الهواء والماء والتربة الزراعية والمحيط الإحيائي.

٣- تدهور نوعية الحياة الإنسانية (تراجع معدلات عمر الإنسان بعد الولادة، وتراجع مستويات الخدمات، وانتشار ظاهرة الفقر).

ويعني البحث بهذه المحأور، في احد جوانبه ، البحث بالمشكلات الاقتصادية – الاجتماعية، بحكم الروابط والتأثيرات المتبادلة بين مكونات البيئة الطبيعية والاجتماعية. فالبيئة النظيفة لا يمكن الوصول إليها الا بحسن التنظيم، والمعرفة المناسبة، وبتوازن يؤمن عدم الإفراط في الاستثمار، وضمان ديمومة الموارد الطبيعية، وامتلاك المجتمع لمستويات مناسبة من الوعي البيئي لكنف ومظلة الطبيعة التي يعيش تحت ظلها.

لقد أظهر المشاركون في مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية في ستوكهولم بالسويد عام ١٩٧٢وعياً بان مستقبل التنمية، بل وربما بقاء الجنس البشري،أصبح محفوفاً بأخطار متزايدة بسبب تصرفات الإنسان الخاطئة في البيئة، التي بدأت تئن من الأذى وتعجز عن امتصاصه.

ويؤكد الخبير البيئي الدولي د.عصام الحنأوي أنه منذ انعقاد المؤتمر المذكور والإدراك في العالم يتزايد بان حياة الإنسان ورفاهيته مرتبطة كل الارتباط بمصادر البيئة وصحتها.يصدق هذا على الحاضر وعلى المستقبل.

ولا يخفى على أحد ان حماية البيئة أصبحت من أهم التحديات التي تواجه عالمنا اليوم، وهي مواجهة يكون النجاح فيها خير ميراث للأجيال القادمة.

ويضيف الحنأوي بحق:إذا كان السلوك الإنسان هو العامل الأساس الذي يحدد أسلوب وطريقة تعاملنا مع البيئة واستغلال مواردها، لا شك إن للتعليم والإعلام دور هام في ترشيد السلوك وحفزه للحد من الأخطار الناجمة عن الاستهلاك غير الصحيح للموارد البيئية المتاحة.

واليوم، يُعد موضوع حماية البيئة احد الفروع العلمية الحديثة، وميدان لممارسة متخصصة منذ أكثر من ثلاثة عقود من الزمن. ولا تزال العديد من المفاهيم الأساسية للعلم الجديد طور التبلور. وثمة حالة من الارتباك والتشوش تشمل برامج التدريس، والتعليم المنهجي، فضلا عن وسائل الاعلام البيئي، مع ان الدول المتقدمة قطعت شوطاً كبيراً وحققت إنجازات رائعة على طريق حماية البيئة وصونها، بإجراءات بيئية إدارية وتشريعية وتربوية..

وتستهدف حماية البيئة (بصورتها المبسطة) تحسين سلوك الإنسان في التعامل مع الوسط المحيط به، ووقف إيذائه للطبيعة، والحد من مظاهر الإفراط في استهلاك مواردها. فحماية الأراضي الزراعية الخصبة من التدهور والتعرية، وحماية الموارد الطبيعية في المرتفعات الجبلية أو في الصحراء ، وحماية المحيط المائي أو الغابات

القديمـة أو المراعـي القديمـة، جميعهـا تتطلـب الحمايـة والاسـتفادة مـن التقاليـد والتراث القديم فـي ميدان حسن الاستثمار . اي ان الشكل الأولـي لحماية البيئة هو منـع الضرر ، ومراقبة مستويات التلوث، أو استباق حدوثه أو تعطيله في اسرع فرصـة زمنيـة. وسـنكرس محاضـرات عديـدة لموضـوع حمايـة البيئـة ضـمن مهمـات "التربيـة البيئيـة" و"الإدارة البيئية" في الفصول القادمة..

إن المسألة البيئيـة تعد اليوم واحدة من أهم مسائل عصرنا.أهميتها نابعـة من العناصر الأساسية للبيئة: الهواء، الذي نتنفسه، والماء الذي نشربه، والتربـة التـي نسكن عليها، ونزرعها ونحصد منتوجها، لنعيش ونتكاثر في أجوائها، ونمارس حياتنا وأنشطتنا المختلفة.تؤثر فينا ونتأثر بها.من هنا يأتي الاهتمام بشؤون البيئة وبدرجـة كبيرة فـي بعض الدول،بحيث شكلت وزارة خاصـة للبيئـة أو ألحقت مسؤولياتها علـى أقل تقدير بإحدى الوزارات ذات العلاقة بالبيئـة وأهمها وزارة الصـحة.من بين الدول التـي أنشـأت وزارة خاصة بالبيئة كل من بريطانيا والسويد والنرويج وفنلندا وفرنسا، وأمريكا، وغيرها.

وتشكلت جمعيات لحمايـة البيئـة أخذت أسماء مختلفـة من نوع جمعيـة أصـدقاء البيئة وجمعيـة حمايـة البيئـة وجمعيـة مكافحـة التلوث، والخط الأخضـر ، وغير ذلك من المسميات.ومن بينها منظمات أو هيئات حكومية وغير حكوميـة، محلية ودولية، وعلـى المسـتوى الـدولي تأسـس برنـامج الأمـم المتحـدة للبيئـة **UNEP** ، وجماعـات السـلام الأخضر **Greenpeace** كمنظمة غير حكومية ومستقلة.

ولمـا كانـت البيئـة بمعناهـا الشـامل تغطـي كثيـراً مـن المجـالات التـي لا يسـهل حصرها، فان أي هيئة منفردة لا تستطيع مراقبتها كلها، ولهذا فقد كان من الضروري أن تتعاون كل هيئة من الهيئات مع الهيئات القريبة منها في تبادل البيانات والتنبيه إلى

مواطن التلوث. وتشمل اهتمامات الهيئات الحكومية أو شبه الحكومية المختصة بشؤون البيئة مجالات عديدة، من بينها:

١- مراقبة نشاط المصانع والورش والمؤسسات التي يؤدي عملها إلى تلوث الهواء بالغازات والأتربة المتصاعدة من مداخنها أو تلوث المياه بصرف نفاياتها فيها، ومن حقها أن تطالب المسئولين بإلغاء تراخيصها أو تعديل مواصفات نشاطاتها لتتمشى مع متطلبات السلامة.

٢- دراسة مشروعات المصانع أو المؤسسات الحكومية الجديدة للتأكد من أنها لم تضر بالبيئة وإلا فإنها يمكن أن تعترض على منحها تراخيصاً للعمل، وتدخل هذه المراقبة ضمن ما يعرف باسم" دراسة الجدوى البيئية".

٣- مراقبة المجاري المائية ومياه الشواطئ لمنع تلوثها أو الصيد فيها باستخدام وسائل ممنوعة مثل الصيد بواسطة المتفجرات أو تخريب التشكيلات المرجانية واستنزافها.

٤- نشر الوعي البيئي بين الناس بمختلف الوسائل وأهمها وسائل الإعلام المسموعة والمرئية والمقروءة وإدخالها كلما أمكن ذلك في البرامج الدراسية، وتدريب المشرفين عليها على أفضل السبل لتأدية رسالتهم.

٤- استخدام الحقوق القانونية الممنوحة لها في ظل قانون البيئة والقوانين الإدارية المختلة لمواجهة أي تعد على البيئة بأي صورة من الصور وليكن برفع دعاوى قضائية ضد المخالفين أو تطبيق العقوبات المسموح بها في القانون ضدهم وذلك بالاستعانة بالسلطات التنفيذية والإدارية.

٦- مراقبة المصادر المختلفة للضوضاء الخارجة عن المعدلات المسموح بها في المناطق المختلفة، وخصوصاً في المناطق السكنية ومناطق المستشفيات ومعاهد التعليم وفي المناطق الصناعية القريبة من الأحياء السكنية.

وإلى جانب ذلك فقد أعطيت لبعض الأجهزة والهيئات شبه الرسمية سلطات إدارية وقضائية تستطيع بها ان تفرض قيودها وتحاكم من يخالفها أو من لا يلتزم بقواعدها.وتوقع عليه العقوبات المنصوص عليها ي قانون البيئة والقوانين الإدارية، ولذلك بمساعدة المسئولين الإداريين.

وهكذا، أصبحت حماية البيئة والمحافظة عليها تحضى بإدارة بيئية حديثة وفاعلة، مقرونة بقوانين وتشريعات بيئية.كما ووظف العلم لخدمة قضايا البيئة، مدعوماً بتربية بيئية سليمة وفاعلة..

وكل هذه القضايا وغيرها سندرسها في الفصول الدراسية القادمة من الدراسة في قسم إدارة البيئة.

ما معنى البيئة ومفهومها ؟

"البيئة" لفظة شائعة الاستخدام وترتبط مدلولاتها بنمط العلاقة بينها وبين مستخدمها.فرحم الأم بيئة الإنسان الأولى، والبيت بيئة، والمدرسة بيئة، والحي بيئة، والبلد بيئة، والكرة الأرضية بيئة، والكون كله بيئة.ويمكن ان ننظر إلى البيئة من خلال النشاطات البشرية المختلفة، فنقول: البيئة الزراعية، والبيئة الصناعية، والبيئة الثقافية، والبيئة الصحية. وهناك البيئة الاجتماعية، والبيئة الروحية، والبيئة السياسية.. .

البيئة في اللغة العربية إسم مشتق من الفعل الماضي بوأ، مضارعه يبوأ.وتشير معاجم اللغة العربية إلى ان هذا الفعل قد أستخدم في أكثر من معنى، ولكن أشهر هذه المعاني هو ما كان في أصله اللغوي يرجع إلى الفعل باء ومضارعه يتبوأ، بمعنى نزل

وأقام.وقد جاء في المعجم الوجيز: بوأ فلان منزلآ، بمعنى أنزله. وبوأ المنزل بمعنى أعد، وتبوأ فلان المكان،أي نزله وأقام فيه. وتبوأت منزلاً أي نزلته، وبوأت الرجل منزلاً، أي هيأته ومكنت له فيه.

وهكذا، فإن البيئة تعني في اللغة المنزل، أو المقام، والحال، وهي ما يحيط بالفرد أو المجتمع ويؤثر فيهما. ولا يختلف المعنى الاصطلاحي للبيئة عن معناها اللغوي كثيراً.

وتُعرفُ البيئة بأنها الطبيعة ،بما فيها من أحياء وغير أحياء، أي العالم من حولنا فوق الأرض. بينما نجد ان بعض الباحثين عرفها بأنها :مجموعة العوامل الطبيعية المحيطة التي تؤثر على الكائن الحي، أو التي تحدد نظام مجموعة ايكولوجية مترابطة . وفي نفس هذا الاتجاه عرفها مؤتمر ستوكهولم عام ١٩٧٢ ومؤتمر تبليسي ١٩٧٨ بانها: مجموعة من النظم الطبيعية والاجتماعية والثقافية التي يعيش فيها الإنسان والكائنات الأخرى.

وتعني لفظة " البيئة" كل العناصر الطبيعية، حية وغير حية(البيئة البيوفيزيائية) والعناصر المشيدة، أو التي أقامها الإنسان من خلال تفاعله المستمر مع البيئة الطبيعية. والبيئة الطبيعية والبيئة المشيدة تكونان وحدة متكاملة. وتمثل العلاقات القائمة بين الإنسان والبيئة، والتفاعلات الراجعة أو الإرتدادية الناجمة عن هذه التفاعلات، شبكة بالغة التعقيد..عندما نقول "البيئة"، فإننا في الواقع نقصد كل مكونات الوسط، الذي يتفاعل معه الإنسان مؤثراً ومتأثراً بشكل يكون معه العيش مريحاً فسيولوجياً ونفسياً.

وعلى الرغم من أنه لم يكن هناك اتفاق بين الباحثين والعلماء على تحديد معنى البيئة اصطلاحا بشكل دقيق، إلا ان معظم التعريفات تشير إلى المعنى نفسه.فيشير الأستاذان رشيد الحمد ومحمد صباريني إلى ان البيئة هي ذلك الإطار الذي يحيى فيه الإنسان ويحصل منه على مقومات حياته،من غذاء وكساء ودواء ومأوى، ويمارس فيه علاقاته مع أقرانه من بني البشر. ويرى زين الدين عبد المقصود ان البيئة بمفهومها العام هي الوسيط أو المجال المكاني الذي يعيش فيه الإنسان مؤثراً ومتأثراً، وهذا الوسط قد يتسع ليشمل منطقة كبيرة جداً، وقد يضيق ليتكون من منطقة صغيرة جداً، قد لا تتعدى رقعة البيت الذي يسكن فيه.

ويرى الأستاذ الدكتور عبد العزيز طريح شرف بإن الشائع ان المقصود بالبيئة هو كل ما يحيط بالإنسان أو الحيوان أو النبات من مظاهر وعوامل تؤثر في نشأته وتطوره ومختلف مظاهر حياته، وهي بدورها ترتبط بحياة البشر في كل زمان ومكان، وخصوصاً فيما يؤثر في هذه الحياة من سلبيات، أهمها الأخطار الصحية الناتجة عن التلوث بمختلف أشكاله ودرجاته في الهواء والماء والبحار والتربة والغذاء، وفي كل مناطق التجمعات البشرية بمختلف نشاطاتها الزراعية والرعوية والتعدينية والصناعية والعمرانية وغيرها. وذات الشيء يراه الأستاذ محمد السيد أرناؤوط، بقوله: إنها الوسط الذي يعيش فيه الإنسان والأحياء الأخرى، يستمدون منه زادهم المادي وغير المادي، ويؤدون فيه نشاطهم.إنها الوسط المحيط بالإنسان، الذي يشمل كافة الجوانب المادية وغير المادية، البشرية منها وغير البشرية . ويضيف بإن البيئة تعني كل ما هو خارج عن كيان الإنسان، وكل ما يحيط به من موجودات. فالهواء الذي يتنفسه الإنسان، والماء الذي يشربه، والأرض التي يسكن عليها ويزرعها، وما يحيط به من كائنات حية

أو من جماد، هي عناصر البيئة، التي يعيش فيها والتي تعتبر الإطار الذ ي يمارس فيه حياته ونشاطاته المختلفة.

أما عناصر البيئة،فهي دائمة التفاعل مع بعضها البعض، حيث يؤثر فيها الإنسان ويتأثر بها، فهي الإطار الذي يتمثل فيما يحيط بالإنسان من ماء وهواء وتربة، وكائنات حية متعددة الأنواع بما تزخر به السماء من شمس هي مصدر الحياة على كوكب الأرض، ونجوم تبعد عنا بمسافات شاسعة، لكننا نستخدمها في البر والبحر للتعرف على الاتجاهات أثناء الليل. والبيئة تشمل ما يسود إطار الكائنات الحية، وغير الحية من طقس ومناخ، يتمثل في فصول السنة، واختلاف ذروات الحراة، والرطوبة، وسرعة الرياح، وغير ذلك.

إن البيئة، أو الوسط الإنساني بوصفه مجالاً حيوياً– بحسب تعبير العالم روبرت لافون–جرامون، هي نظام يشمل كل الكائنات الحية والهواء والماء والتربة والأرض التي يقيم عليها الإنسان..معنى هذا ان الحياة تدور في البيئة دورتها بشكل طبيعي.

والبيئة في أبسط تعريف لها هي: ذلك الحيز الذي يمارس فيه البشر مختلف أنشطة حياتهم، وتشمل ضمن هذا الإطار كافة الكائنات الحية، من حيوان ونبات، والتي يتعايش معها الإنسان ويشكلان سوية سلسلة متصلة فيما بينهم، فيما يمكن ان نطلق عليه، جوازاً، دورات، طاقات الحياة، حيث ينتج النبات المادة والطاقة من تراكيب عضوية معقدة، ويأكل الحيوان النبات والعشب، ويأكل حيوان اَكل للحوم حيوان اَخر أكلاً للعشب، والإنسان يأكل النبات والحيوان ويستفاد من كل منهما. وبذا تستمر علاقة الإنسان بالبيئة المحيطة به من نبات وحيوان وموارد وثروات.

وهكذا نلمس ان البيئة هي الإطار الذي يحيى به الإنسان مع غيره من الكائنات الحية التي يحصل منها على مقومات حياته من مأكل وملبس ومسكن، ويمارس فيها مختلف علاقاته مع بني جنسه..

والبيئة، بذلك، ليست مجرد موارد يتجه إليها الإنسان ليستمد منها مقومات حياته، وإنما تشمل البيئة أيضاً علاقة الإنسان بالإنسان التي تنظمها المؤسسات الاجتماعية، والعادات، والتقاليد، والقيم والأديان.

ويرتبط نجاح الإنسان في البيئة على قدر فهمه لها، وتحكمه فيها، واستثماره لمواردها، فيستفيد بما هو نافع من مواردها، ويعمل جاهداً على التخلص مما ينغص عليه حياته في إطار البيئة، كمحاولة التخلص من الملوثات التي أثبت العلم إنها تؤثر على الإنسان تأثيرات ضارة ذات أبعاد مختلفة في ضررها .

مكونات البيئة وتقسيماتها:

تمثل البيئة، بإطارها الشامل، نظاماً كبير الحجم، كثير التعقيد، ترتبط مكوناته بتأثيرات عكسية، تأخذ صورة لولب من التفاعلات الارتدادية،التي تشكل في مجموعها وحدة متكاملة تتميز بالاستمرار والاتزان ..

يؤكد المختصون بأنه ليس هناك من اختلاف كبير بين الباحثين فيما يتعلق بمكونات البيئة من حيث المضمون وإن اختلفت المفردات،أو أختلف عدد هذه المكونات.فان مؤتمر ستوكهولم عام ١٩٧٢ أكد على ان البيئة هي كل شيء يحيط بالإنسان.ومن خلال هذا المفهوم الشامل الواسع للبيئة يمكن تقسيم البيئة التي يعيش فيها الإنسان مؤثراً ومتأثراً إلى قسمين مميزين هما–حسب أ.د. راتب السعود:

١ – البيئة الطبيعية Natural Environment

ويقصد بها كل ما يحيط بالإنسان من ظواهر حية وغير حية، وليس للإنسان أي أثر في وجودها.وتتمثل هذه الظواهر أو المعطيات البيئية في البنية والتضاريس والمناخ والتربة والنباتات والحيوانات.ولاشك ان البيئة الطبيعية هذه تختلف من منطقة إلى أخرى تبعاً لنوعية المعطيات المكونة لها.

٢ – البيئة البشرية Human Environment

ويقصد بها الإنسان وإنجازاته التي أوجدها داخل بيئته الطبيعية، بحيث أصبحت هذه المعطيات البشرية المتباينة مجالاً لتقسيم البيئة البشرية إلى أنماط وأنواع مختلفة.فالإنسان من حيث هو ظاهرة بشرية يتفاوت مع بيئة لأخرى من حيث عدده وكثافته وسلالته ودرجة تحضره وتفوقه العلمي مما يؤدي إلى تباين البيئات البشرية.ويميل بعض الباحثين إلى تقسيم البيئة البشرية إلى نوعين مختلفين:

أ–البيئة الاجتماعية Social Environment

تتكون من البنية الأساسية المادية التي شيدها الإنسان، ومن النظم الاجتماعية والمؤسسات التي أقامها.بعبارة اشمل، المقصود بالبيئة الاجتماعية ذلك الجزء من البيئة البشرية الذي يتكون من الأفراد والجماعات في تفاعلهم، وكذلك التوقعات الاجتماعية، وأنماط التنظيم الاجتماعي، وجميع مظاهر المجتمع الأخرى. وبوجه عام تتضمن البيئة الإجتماعية أنماط العلاقات الاجتماعية القائمة بين ألأفراد والجماعات التي ينقسم إليها المجتمع، تلك الأنماط التي تؤلف النظم الاجتماعية والجماعات في المجتمعات المختلفة.

ب- البيئة الثقافية Cultural Environment

ويعنى بها الوسط الذي خلقه الإنسان لنفسه بما فيه من منتجات مادية وغير مادية، وفي محاولته الدائمة للسيطرة على بيئته الطبيعية، وخلق الظروف الملائمة لوجوده واستمراره فيها.وهذه البيئة التي صنعها الإنسان لنفسه، وينقلها كل جيل عن الآخر، ويطور فيها، ويعدل ويبدل، تسمى البيئة الثقافية للإنسان، وهي خاصة بالإنسان وحده.وعليه، فان البيئة الثقافية تتضمن الأنماط الظاهرة والباطنة للسلوك المكتسب عن طريق الرموز، الذي يتكون في مجتمع معين من علوم ومعتقدات وفنون وقوانين وعادات وغير ذلك.

وهناك تصنيف اَخر لمكونات البيئة لا يختلف كثيراً عن التصنيف الأول، ويرى ان للبيئة شقين: طبيعي، ومشيد.

١-البيئة الطبيعية Natural Environment

وتتألف من الأرض وما عليها، وما حولها من الماء والهواء، وما ينمو عليها من النباتات وضروب الحيوان وغيرها نمواً ووجوداً طبيعياً سابقاً على تدخل الإنسان وتأثيره، والمقصود، وغير المقصود، في البيئة. كما يقع ضمن نطاق البيئة الطبيعية التربة والمعادن ومصادر الطاقة والأحياء (بما فيها الإنسان) بكافة صورها، وهذه جميعاً تمثل الموارد التي أتاحها الله للإنسان ليحصل منها على مقومات حياته.

٢- البيئة المشيدة Man-made Environment

البيئة المشيدة هي البنية الأساسية المادية التي شيدها إنسان.وهي تتألف من المكونات التي أنشأها ساكنو البيئة الطبيعية (الناس)، وتشمل كل المباني والتجهيزات والمزارع والمشاريع الصناعية والطرق والمواصلات والمطارات والموانئ ، إضافة إلى

مختلف أشكال النظم الاجتماعية من عادات وتقاليد وأعراف وأناط سلوكية وثقافية ومعتقدات تنظم العلاقة بين الناس.

١- المحيط الحيوي Biosphere

والذي يمثل بيئة الحياة الأصلية أو الفطرية.

٢- المحيط المصنوع أو التكنولوجي Technosphere

ويتألف من كافة ما أنشأه الإنسان في البيئة الطبيعية باستخدام مكوناتها سواء المستوطنات البشرية والمراكز الصناعية والطرق والمواصلات والمشاريع الزراعية والآلات وغير ذلك.

٣-المحيط الاجتماعي Social Environment

ويقصد به المنظومة التي تدير في إطارها الجماعة البشرية شؤون حياتها الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والثقافية. وهذه المنظومات الثلاثة تتفاعل في ما بينها مؤثرة ومتأثرة .

وهناك صورة رابعة ترى ان للبيئة ٤ مكونات هي:

١- الطبيعية Natural

وتمثل الأرض وما عليها من ماء وما حولها من هواء وما ينمو عليها من نبات وما تحتضنه من حيوانات، وجدت بشكل طبيعي.

وتمثل الطبيعة والموارد المتاحة للإنسان للحصول على حاجاته الأساسية من غذاء وكساء ودواء ومأوى ومواد مختلفة.

٢- السكان Population

وهم مجموع الأفراد القاطنين على الأرض في عصر ما. والسكان هم المكون المؤثر والتغير في المكان الطبيعي للبيئة من أجل حياة مريحة تليق بكرامة الحياة

البشرية.

٣- التنظيم الاجتماعي Social Order

ويقصد به الأنشطة التي يمارسها السكان في علاقتهم مع الوسط المحيط بهم، والذي يحتوي أوجه حياتهم ومعيشتهم، بكل ما فيها من نظم وتنظيمات للعلاقات وإشباع للحاجات ومعايشة المشكلات.

٤- التكنولوجيا Technology

ويقصد بها مختلف أنواع التقنيات التي استحدثها الإنسان، والتي مكنته من استثمار موارد البيئة لتلبية حاجاته وتطلعاته.

وكما هو الحال في الصور الثلاثة السابقة لمكونات البيئة، فان هذه المكونات الأربعة، في هذه الصورة الرابعة: الطبيعة، والسكان، والتنظيم الاجتماعي، والتكنولوجيا، تتفاعل فيما بينها مؤثرة ومتأثرة.وقد يكون هذا التفاعل إيجابياً ينعكس بفوائد جمة على الابيئة، وقد يكون سلباً يؤثر على البيئة ويضر بها، بما ينتج عنه مشكلات تتفاوت أهميتها وتأثيرها من المستوى الهين البسيط إلى المستوى المعقد والمدمر أحياناً.

ما المقصود ببيئة الجماعات ؟

المرادف لدراسة بيئة الجماعات أو السكان باللغة الانكليزية هو **Population Ecollogy**.ويمثل السكان أو الجماعة **Population** مجموعة من الأفراد تنتمي لنفس النوع **Species** ولها القدرة على التكاثر في ما بينها، وتقطن منطقة بيئية محددة، وتمتاز الجماعات بالكثافة السكانية، وبالتركيب العمري، ومعدل النمو، والديناميكية (نسبة المواليد والهجرة الداخلية مقارنة بنسبة الوفيات والهجرة الخارجية).

أما المجتمع فيسمى **Community (= Biocoenosis)** وهو يمثل تفاعل مجموعة الجماعات،التي تعيش في منطقة بيئية محددة، مع بعضها الآخر.وتمتاز المجتمعات بطبيعتها الفيزيائية،وظاهرة التنوع، والسيادة، والأدوار الوظيفية، التي تقوم بها الجماعات المختلفة من خلاله.

إذن،فإن النوع **Species** يُعدُ وحدة بناء المجتمعات الحيوية **Biotic Communities**،إذ يوجد في كل نظام بيئي عدد من أنواع الكائنات الحية يميزه عن غيره. فالنوع يشمل جميع الكائنات الحية المتشابهة وراثياً، والقادرة على التكاثر وإنجاب الأجيال المخصبة.ويتكون النوع من الأفراد، فالنوع البشري مثلاً مكون من أكثر من ٦ مليارات من الأفراد. نطلق على مجموع الأفراد من النوع نفسه،التي تعيش في مكان واحد في الوقت نفسه، السكان،أو التعداد **Population** ، بينما نسمي جميع أنواع الكائنات الحية، التي تعيش في منطقة واحدة، وتتفاعل مع بعضها بعض، مجتمعاً حيوياً،أو اختصار مجتمعاً **Community**. اما النظم البيئية المتشابهة مناخياً، أو المرتبطة مع بعضها بعض، فتدعى الأقاليم الحيوية **Biomes**، مثل إقليم الغابات الاستوائية، وإقليم الصحاري.

واضح ان الأقاليم الحيوية أكثر اتساعا وتعقيداً من النظم البيئية الطبيعية، إلا أنها تمثل المجتمعات التي تعيش وتعتمد على العوامل البيئية غير الحية نفسها.مع بعض الاختلاف بين الكائنات الحية في الأماكن الجغرافية المختلفة من الإقليم الحيوي.

وأخيراً يشمل الغلاف الحيوي **Biosphere** جميع الأقاليم الحيوية الموجودة على سطح الأرض وفوقه متضافرة.ومن ناحية أخرى يمكن النظر إلى الغلاف الحيوي على أنه إقليم بيئي حيوي هائل **Super Ecosystem** يتكون من جميع الكائنات الحية

الموجودة فوق الأرض وتحت سطحها وفي الغلاف الجوي مع بيئتها المختلفة التي تعيش فيها[ ].

مفهوم الجماعات **Concept of population**

تعد الجماعات اللبنة الأساسية في علم البيئة، حيث تكون المجتمعات، ومن ثم النظم البيئية. وتعرف الجماعة على أنها مجموعة من أفراد أحياء تتبع نوع واحد، وتعمل داخل إطار الجماعة من حيث الزمان والمكان على حد سواء، وهذه الأفراد تتفاعل فيما بينها لتخلق علاقات وتداخلات حيوية تنظم نموها وتكاثرها وانتشارها. وهكذا نتحدث عن جماعة من الفئران في حقل زراعي، وعن جماعة من العصافير في غابة، وعن جماعة من النباتات الأوركيد.

إن تجمع أنواع مختلفة من الكائنات الحية في بيئة معينة يشكل وحدة حية نطلق عليها اسم المجتمع الحيوي. فمثلاً يتكون مجتمع الغابة من أنواع شاهقة وأخرى قصيرة وشجيرات وأعشاب وحيوانات متنوعة تشمل جماعات من اللافقريات (قواقع، ديدان، خنافس،فراشات) والزواحف (سحالي، أفاعي) والطيور المتنوعة والثدييات (غزلان، قوارض، أرانب، ثعالب).إن وجود هذه الكائنات مع بعضها في وحدة متفاعلة تشكل المجتمع الحيوي، وهنا لا تؤخذ بعين الاعتبار العوامل غير الحية، أما إذا اعتبرت فنطلق على هذه الكتلة المتداخلة– النظام البيئي.

عند الدراسة الأولية للجماعات الحياتية يكون من المفيد التعرف على خواص معينة للجماعات تميزها عن باقي حلقات (مكونات) الطيف البيولوجي، فنرى ان لها تنظيم تركيبي، ووحدة وظيفية، وطراز من النمو تختلف، بموجبه الجماعات عن بعضها البعض. ويكون تركيب الجماعة قابلاً للتجديد من حيث إعداد الأفراد، والكثافة، والانتشار المكاني، والمجاميع العمرية، والنسب الجنسية، وتنظيم التوالد.كما وتكون

تركيبة الجماعة محدودة من حيث معدلات الولادة، ومعدلات الوفيات، والتغيرات من خلال الهجرة أو الاستيطان.

طبعاً، لا تمتلك جميع الكائنات الحية الموجودة في المجتمع الحيوي نفس الأهمية البيئية من ناحية تأثيرها في المجتمع الحيوي، ويعتبر النوع ذو السيادة البيئية **Ecological dominance** هو الأهم بالنسبة للمجتمع، حيث تدل السيادة البيئية على مدى علاقة هذا النوع في عملية تدفق الطاقة عبر المجتمع البيئي.ويجزم العديد من العلماء بان النوع السائد بيئياً هو الذي يتحكم بشكل رئيسي في مصير المجتمع، واذا عزلناه تحدث تغيرات مؤثرة. وفي المقابل، فان عزل أي نوع اَخر غير سائد، فقد لا يؤثر،أو قد يكون تأثيره غير ملحوظ على حيوية المجتمع. ويعتقد بعض العلماء بأنه يمكن اعتبار الكتلة الحية **Biomass** كمقياس للسيادة البيئية.

تعتمد طبيعة المجتمعات الحية على عاملين أساسيين:

١-تأقلم وتكيف **Adaptaion**أفراد المجتمع للبيئة الفيزيائية المحيطة.

٢-مدى علاقة الكائنات الحية المكونة لهذا المجتمع مع بعضها البعض.

وكما للجماعات البيئية خصائصها وصفاتها، يوجد للمجتمعات البيئية صفات خاصة بها، مثل: الهيكل **Structure** ويطلق على هذه الصفة أحياناً أنماط النمو**Growth forms**، والتنوع **Diversity**، والسيادة **Dominance**،والوفرة النسبية **Relative abundance**، والحيز الوظيفي أو العش البيئي **Niche** .

ويعتبر العلماء أن المعايير الرئيسية التي تتحكم في كثافة الجماعات السكانية هي:

-معدلا ت الولادة **Natality**

-معدلات الوفيات **Mortality**

-الإستيطان **Immigration**

-الهجرة للخارج(الأغتراب) **Emigration**.

أحجام الجماعات وتقديراتها

الطرق المتعددة التي تبحث في تقديرات (قياس) الكثافة المطلقة **Absolute density** للجماعات الحياتية هي التالية:

١- العد المباشر **Total count** حيث تستخدم الصور الفوتوغرافية الجوية والكاميرات التلفزيونية أحياناً لعد قطعان من الحيوانات البرية أو مستعمرات الطيور البحرية.وهي طريقة غير فعالة.

٢- طريقة جمع العينات **Sampling Method** وتعتبر هذه الطريقة هامة في قياس الكثافة في الجماعات السكانية، وكذلك على مستوى المجتمعات **Communities** أيضاً. وهذه الطريقة شائعة، حيث يبني الباحث رأيه العلمي على عينة من المنطقة المراد مسحها بيئياً.وحتى تكون النتيجة قريبة من الواقع الميداني يقوم الباحث بأخذ أكبر كمية ممكنة من العينات حتى تكون لديه فكرة أوضح، ويكون تقديره دقيقاً. وتستعمل لهذه الغاية المربعات **Quadrats** أو الخطوط المستعرضة **Line transicts** في دراسة النباتات،أما في دراسة الحيوانات فتستعمل شبكة الصيد **Grid** التي تشابه في مضمونها المربعات والمصائد الخطية **Linear raps** والتي تشابه الخطوط المستعرضة في وظيفتها.

٣- طريقة صيد العينات وتأثيرها وإعادة صيدها.

دور المؤشرات الحياتية في أحجام الجماعات

من المؤشرات الحياتية التي تلعب دوراً مهماً في أحجام الجماعات:

نسبة المواليد،نسبة الوفيات، الهجرة، وغيرها.

١- نسبة المواليد Natality

تؤدي نسبة المواليد إلى زيادة أحجام الجماعات، وتعني إنتاج أفراد جديدة عن طريق الولادة، الفقس،الإنتاش(للبذور) أو الإنشطار(في ألوليات). **ويرتبط بنسبة المواليد مفهومين:**

أولهما- الخصوبة **Fertility** وهي صفة فسيولوجية للدلالة على قدرة التزأوج لكائن ما.

ثانيهما- الذرية **Fecundity** وتعني عدد أفراد الذرية في زمن محدد لكائن ما.وهناك ما يسمى بالذرية الظاهرية **Realized fecundity** فمثلاً يكون معدل الذرية الظاهري للإنسان هو ولادة واحدة كل ٨ سنين لكل أنثى خلال فترة الخصوبة(يختلف هذا الرقم اعتمادا على عادات المجتمعات المختلفة)، أما مفهوم الذرية الحقيقي **Potintial fecundity** فيكون معدله في الإنسان ولادة واحدة كل ٩ – ١١ شهر لكل أنثى خلال فترة الخصوبة.

وتحسب نسبة المواليد **Natality** عن طريق حساب عدد الأفراد المولودين لكل أنثى في وحدة زمن معينة، ويعتمد هذا القياس على نوع الكائن المراد دراسته، فبعض الأنواع تتوالد مرة واحدة في السنة، وبعضها مرات عديدة، والبعض الآخر يتوالد بشكل مستمر.

٢- نسبة الوفيات Mortality

نظـراً لإخـتلاف أسـباب الوفيـات فـان هنـاك مـا يسـمى بـالعمر الحقيقـي أو الفسيولوجي **Potintial or Physiological longevity** وهو عمر الكائن الحي بشكل طبيعي وتحت ظروف بيئية، مثالية، والذي ينتهي بالشيخوخة **Senescence.** أما العمر الظاهري أو البيئي **Realized or Ecological longevity** فتؤثر فيه ظروف بيئية كثيرة، منها الإفتراس والأمراض وأخطار بيئية كثيرة، وبالتالي ينتهي عمر الفرد قبل ان يتقدم عمره ويصل للشيخوخة.

٣- الهجرة Migration

يعبر عن الهجرة أحياناً بانتشار الجماعات **Dispersal** وتشمل: الاستيطان **Immigration** ،أي الهجـــرة إلـــى داخـــل الجماعـــات البيئيـــة، والاغتـــراب **Emigration**، ويمثل الهجرة إلى خارج الجماعة البيئية. وغالباً لا تؤخذ الهجرة في الحسبان عند دراسة ديناميكية الجماعات على اعتبار ان معدل الاغتراب في كثير من الأحيـان يسـاوي معـدل الاسـتيطان.ومن ناحيـة بيئيـة تُعـد هـذه الظـاهرة هامـة جـداً لسببين:أولهما- في كونها تقلل من التزاوج الداخلي **Inbreeding**، وثانيهما- أنها تزيد من نسبة الانسياب الجيني **Gene flow** فتسمح بتغير الصفات **Variation** وإنتاج أفراد ملائمة للبيئة.

وقد تكون ظاهرة الهجرة ذات أهمية لبعض الجماعات وذلك عندما تكون محصلة الهجرة تميل للاغتراب أو الاستيطان، مما قد يغير من معايير هذه الجماعات، ويكون هذا عادة تحت ظروف غير اعتيادية، إما للجماعة المستوردة، أو الجماعة المصدرة، وبصورة عامة عند احتساب حجم الجماعة يجب ان يؤخذ بالحسبان معدل النقص **The loss rate** ومعدل الزيادة.

معدل النقص في الجماعة = نسبة الوفيات + نسبة الاغتراب.

معدل الزيادة في الجماعة = نسبة المواليد + نسبة الاستيطان.

الكثافة السكانية **Population density**

تعتبر كثافة الجماعة أو السكان عبارة عن العدد الكلي للأفراد التي تقطن منطقة معينة من المواطن البيئية لفترة زمنية معينة. وتعد الكثافة السكانية ذات أهمية بالنسبة لتوزيع وحجم الجماعة على حد سواء، ففي جماعات معينة تكون الحدود الدقيقة للجماعة غير معروفة، وبالتالي يعبر عنها فقط بالكثافة السكانية.

التشبع والسعة الحملية :

قد تصل أية جماعة إلى الكثافة القصوى المعروفة بنقطة التشبع، وهي ثابتة حتى لو زادت كمية الغذاء أو عدد أماكن المأوى، وغالباً ما يكون الوصول إلى نقطة التشبع في أماكن التوالد حيث تحد المساحة الثابتة من عدد الأزواج المتناسلة القادرة على التوطن في موطن بيئي معين. ويؤدي التزاحم الزائد للجماعات المحصورة وبصورة خاصة في المواطن الضيقة إلى تكوين نقطة تشبع، كما انها قد تؤدي تحت ظروف متطرفة إلى الوحشية، كأن تأكل الأم صغارها أو بيضها أو يرقاتها.

ويميز كل منطقة ما يسمى بالسعة الحملية **Carrying capacity** التي تعرف على أنها العدد الكلي للأفراد التابعة لنوع ما والتي تعيش في موطن بيئي تحت ظروف معينة.وإذا تغيرت هذه الظروف، بالسلب أوالإيجاب، فان السعة الحملية سوف تتغير تبعاً لذاك بالنقصان أوالزيادة على التوالي. فإذا تغيرت المنطقة بالاتجاه الأحسن، كتحسن المأوى وزيادة الغذاء ومناطق التوالد للجماعات، تزداد السعة الحملية إلى ان تصل إلى نقطة لا يمكن ان تتغير بعدها.وتتغير السعة الحملية مع مرور لأوقت نظراً لأن التغيرات الموسمية تغير البيئة من ناحية توفر الطعام والمأوى والأقاليم وغير ذلك.

التوزيع المكاني للجماعة **Local distribution**

يعتبر التوزيع المكاني للأفراد ضمن الجماعة عاملاً مهماً في مفهومي حجم الجماعة وكثافتها، ويرتبط التوزيع المكاني بسلوك الكائنات الحية.

والتوزيع المكاني للجماعة توزيعاً عشوائياً **Random distribution** وتوزيعاً متماثلاً **Uniform distribution** وتوزيعاً تكتلياً **Clumped distribiuon** – لامجال للخوض بها، على أمل أن تدخلوها ضمن المطالعة الذاتية.

التركيب العمري للجماعات **The age structure**

يعرف التركيب العمري للجماعة على انه نسبة الفئات العمرية المختلفة بالنسبة لبعضها البعض ضمن الجماعة ككل.ويتم رسم أشكال تمثل التركيب العمري بحيث تبين العلاقة بين النسبة المئوية للجماعة والفئة العمرية التي تناسبها، ويمكن ان يبين الشكل أيضاً النسبة المئوية للذكور والأناث.

نمو الجماعات **Population growth**

تمتاز الجماعات بأنها ليست كياناً ثابتاً، فعند أي نقطة زمنية تمارس الجماعات نمواً وإتساعاً أو إنحداراً وتقلصاً، وجميع الكائنات الحية لها القدرة على نمو جماعي محسوس.

العوامل المؤثرة على نمو الجماعات :

١- عوامل غير متعمدة الكثافة Density- Independent factors

وهي العوامل التي تؤثر بشدة على نمو الجماعة بغض النظر عن الكثافة الحياتية. فقد يهلك اعصاراً، أو موجة برد، ٩٥ % من الجماعة الحياتية، بغض النظر عن كثافتها السكانية.وفي البحث الدقيق في موضوع العوامل غير المعتمدة الكثافة تبين انها تكون معتمدة الكثافة بصورة غير مباشرة بالشكل التالي: في حالة حدوث فيضان أو عاصفة شديدة أو قحط أو انفجار بركاني فان افراداً قليلة تلك التي يكون لها ملاجئ

حماية بصورة غير اعتيادية تمكنها من البقاء حية.فاذا كان عدد مواقع الملاجئ الوقائية هذه محدوداً فانه يكون بالمكان إيواء نسبة من جماعة قليلة الكثافة بواقع أعلى في جماعة كثيرة الكثافة وفعلياً تكون جميع العوامل التي تتحكم في حجم الحماية ونموها معتمدة الكثافة.

٢- **عوامل معتمدة الكثافة** Density dependent factors

وهي عبارة عن مؤثرات بيئية تتباين فيها شدة التأثير على نمو الجماعات مع تباين كثافات الجماعات بصورة واضحة.على سبيل المثال فان عامل الوفيات الذي يهلك ١٠ % فقط من جماعة قليلة الكثافة و ٧٠ % عند جماعة كثيرة الكثافة يسمى عاملاً معتمد الكثافة. وتقوم العوامل معتمدة الكثافة بتنطيم الجماعات أما بطريقة خفض معدل المواليد **Natality** أو بطريقة رفع معدل الوفيات **Mortality** .

تذبذبات الجماعة **Population fluctuations**

التذبذبات عبارة عن سلسلة متواصلة من الزيادة والنقصان في حجم الجماعات.وقد تكون هذه التذبذبات موسمية **Seasonal fluctuations** أي المتعلقة بالمناخ الموسمي، أو غير موسمية، لا تتعلق بالمواسم والفصول. وتذبذبات الجماعة المستقلة نسبياً عن المواسم تكون على طرازين:

التذبذبات العشوائية **Random fluctuations**

والتذبذبات الدورية **Periodic fluctuations**.

مجالات التوطن **Home ranges**

المدى الذي يتحرك فيه الكائن الحي في وطنه أو في مواطن بيئية مجاورة، يعرف بمجال التوطن. وفي كثير من الأنواع يكون هذا المجال ثابت المدى، خصوصاً عند الأنواع المستوطنة **Endemic species** في منطقة معينة. ويضم مجال التوطن

موقع التوطن **Home site** وهو عبارة عن الجحر بالنسبة لفأر معين، أو العش بالنسبة لطير، أو العرين بالنسبة للأسد،أي أنه مكان مبيت الحيوان. ويضم مجال التوطن أيضاً مركز النشاط **Center of activity** وهو المنطقة التي يكون فيها الكائن الحي على أقصى درجة من النشاط، والتي تحضى بأكبر قسط من الاهتمام وتحتوي على منطقة الغذاء.

تتباين مجالات التوطن في الحجم بالنسبة للحيوانات المختلفة، وبصورة عامة يكون للحيوانات الأكثر حركة والأكبر حجماً مجال توطني أكبر قد يصل في كثير من الأحيان لعدة أميال مربعة. ويقاس مجال التوطن من قبل علماء البيئة بعدة طرق، ومنها ما هو مرتبط بحسب نشاط الحيوان نهاراً **Diurnal activity** أو ليلاً **Nocturnal activity** .

الطرق البيئية المستعملة لمسح المجتمعات الحياتية

Ecological methods used in community survey

يحتاج العمل الميداني البيئي إلى اخذ عينات من الوسط الذي ينوي الباحث العمل فيه، ويقترح الباحثون النقاط التالية لإجراء المسح البيئي:

١- يحدد موقع الدراسة على ان تكون ممثلة للمجتمع الحياتي والنظام البيئي المراد دراسته.

٢- يبدأ الباحث بوصف موقع الدراسة بناء على المسح البصري **Visual survey** من ناحية هيكل المجتمع، تقارب المجاميع الحياتية من بعضها البعض (الترابط) **Sociability** المناطق الانتقالية **Ecotones**، الحواف **Edges**،إتصال المجتمعات، وغيرها من المعايير **Parametres** التي يمكن التعامل معها على أساس المسح والتحليل البصري. ويشار إلى هذا النوع من المسح البيئي بالمسح النوعي **Qualitative survey** .

٣-يمكن تصوير المجتمع- موقع الدراسة.

٤-يبدأ بعد ذلك المسح البيئي الذي يعتمد على أخذ العينات، ويسمى المسح الكمي **Quantitative survey** ومن أهم مقوماته بانه يجب ان يكون غير متحيز **Biased** ويفضل أخذ أكبر عدد من العينات لتكون ممثلة **Representative** للموقع البيئي المعني.

٥-تستخدم عدة طرق لأخذ العينات من الموقع الميداني ومن أهمها طريقة المربعات **Quadral method**

الغلاف الحيوي ومكوناته:

تعتبر الأرض كوكب الحياة، وهي المأوى الوحيد لكل أشكال الحياة.والأرض جزء من الكون الواسع، الذي لم يحط الإنسان بعد إحاطة تامة بحدوده، والأرض ما هي إلا جزء صغير يسبح في محيط الكون الشاسع. والأرض تعتمد اعتمادا مصيرياً على الشمس، حيث الجاذبية الشمسية هي التي تثبت الأرض في دورانها حول نفسها. وأشعة الشمس هي المصدر الرئيس للطاقة..وهكذا فان موقع الأرض ومكوناتها تهيئ الظروف الملائمة للحياة بكل صورها وأشكالها.

الجزء المأهول من كوكب الأرض لا يزيد عن غلاف سطحي. وهذا الغلاف يشمل التربة، إلى عمق عدة أمتار، وكل المحيطات، والبحار، والمياه العذبة، والغلاف الغازي، الذي يحيط بالأرض إحاطة تامة.

هذا الغلاف السطحي يطلق عليه علماء البيئة اسم المحيط أو الغلاف الحيوي **Biosphere** ، الذي يبلغ سمكه حوالي ١٤ كيلومتراً، حيث يبلغ أقصى عمق في المحيطات حوالي ١٣ كيلومتراً، وأعلى قمة للجبال حوالي ١١ كيلومتراً.في المرتفعات

الشاهقة تواجه الحياة مشكلة انخفاض الضغط، وقلة غاز الأوكسجين اللازم للتنفس.اما أعماق المحيطات فهي مظلمة لصعوبة وصول شوء الشمس اللازم لعملية صنع الغذاء.وفي عمق الجزء الصلب من الأرض ترتفع درجة الحرارة إلى الحد الذي لا يسمح للحياة ان تكون..

" بيئة الحياة"

يمثل النظام البيئي وحدة طبيعية تنتج من تفاعل مكونات حية بأخرى غير حية.ويعتبر الغلاف أو المحيط الحيوي **Biosphere** ،الذي يسمى أيضاً "بيئة الحياة"، نظام كبير الحجم، كثير التعقيد، ومتنوع المكونات، متقن التنظيم، محكم العلاقات، تجري عناصره في دورات وسلاسل محبوكة الحلقات..كل حلقة تتوقف ببراعة مهيئة الجو لحلقة شقيقة..والحصيلة وحدة متكاملة يحرص الجزء فيها على الكل.. .

وتنقسم مكونات المحيط أو الغلاف الحيوي إلى قسمين:

مكونات حية ، ومكونات غير حية.

والقسمان يكونان نظاماً ديناميكياً متكاملاً..

١- المكونات الحية للبيئة :

تشتمل هذه المكونات على أعداد هائلة من الكائنات الحية المتنوعة في أشكالها وأحجامها وأنواعها وطرق معيشتها.ويشترك هذا العدد الهائل من الأحياء المتنوعة في مجموعة من الخصائص،تُعرف بمظاهر الحياة، كالإحساس والحركة والغذاء والنمو والتنفس وطرح الفضلات والتكاثر، مظاهر تبديها أشكال الحياة المختلفة بصورة أو بأخرى.

٢- المكونات غير الحية للبيئة:

ليس من الصعب تمييز هذه المكونات عن المكونات الحية،التي تمتلك-كما أشرنا قبل قليل- مجموعة من الخصائص تعرف بمظاهر الحياة.

كالحركة، والإحساس، والإغتذاء، والنمو، والتنفس، وطرح الفضلات، والتناسل، وهي مظاهر تبديها كل صور الحياة، صغيرها وكبيرها،نباتاتها وحيواناتها. بينما لا تبدي المكونات غير الحية أياً من مظاهر الحياة.

ولعل هذا الفرق الواضح بين مكونات البيئة الحية ومكوناتها غير الحية هو الذي حدى بالبيولوجيين إلى تقسيم مكونات البيئة إلى عالمين **متميزين:** عالم حي، وعالم غير حي.

يتكون العالم غير الحي (المكونات غير الحية للبيئة) من ٣ نظم أو محيطات، **هي:**

أ-المحيط أو النظام المائي Hydrosphere

تبعاً للعالم **G.Hutchinson** يتعين توفر٣ متطلبات تجعل من الغلاف الحيوي منطقة بيئية صالحة للحياة،هي: توفر الماء بالحالة السائلة،بكميات كافية لتسيير دفة الحياة.إستمرار وصول إمدادات من الطاقة من مصدر خارجي،أي الشمس.وضمان الإبقاء على الحدود المشتركة بين حالات المادة الثلاث:الصلبة والغازية والسائلة.

إن الماء ركن أساسي من الأركان التي تهيئ الظروف الملائمة للحياة واستمرارها. فهو المصدر والمكون الأساسي الذي يدخل في تركيب كل شيء في الكرة الرضية، وهو أكثر مادة موجودة في الغلاف الحيوي.وأهمية الماء معروفة، حيث يكون ٦٠-٧٩ في المائة من أجسام الأحياء الراقية،بما فيها الإنسان،كما يكون حوالي ٧٠ في المائة من أجسام الأحياء الدنيا. والماء هو الوسط الذي تجري فيه العمليات الحيوية

التي بدونها تنهار الحياة. ولولا الماء لما أمكن للنباتات الخضراء والأحياء الأخرى المحتوية على صبغة الكلوروفيل ان تقوم بصنع الغذاء في عملية البناء الضوئي.

وبدون الماء لا يمكن لخلايا الجسم الحي ان تحصل على الغذاء.وفي الماء يعيش حالياً حوالي ٩٠ في المائة من الأحياء التي تعمر الغلاف الحيوي..الماء إذن مكون أساسي من مكونات البيئة لا يمكن الاستغناء عنه لبقاء الحياة واستمرارها وما يرتبط بذلك من نشاطات بشرية مختلفة في مجالات الزراعة والصناعة وغيرها.

ب-المحيط الجوي Atmosphere

الأرض مغلقة بجو، شأنها في ذلك شأن كواكب المجموعة الشمسية الأخرى، باستثناء عطارد.وجو الأرض فريد في مكوناته، حسبما تظهر المعلومات العلمية المتوفرة لدينا، حيث هناك مجموعة قوى أو عوامل طبيعية تحفظ للجو توازنه، وتجعل منه مكوناً أساسياً من مكونات الغلاف الحيوي الذي يحتضن الحياة ويرعاها.فالجاذبية، والضغط الجوي، وغازات الهواء، وبخار الماء، والطاقة، تمثل أبرز قوى أو عوامل جو الأرض.

يتكون جو الأرض،أي الغلاف أو المحيط الجوي الحيوي المحيط بالأرض **Boisphere** ، من مجموعة طبقات متميزة،تعارف العلماء على تقسيمها إلى ٤ طبقات رئيسية، هي بالترتيب- من أسفل إلى أعلى.

١-طبقة التروبوسفير Troposphere :

ويبلغ سمكها في المتوسط ١١ كم، وتمتد من ٨-١٨ كم ارتفاعا عن سطح البحر.سنتوقف بعد قليل عند هذه الطبقة بتفاصيل وافية..

٢-طبقة الستراتوسفير Stratosphere:

ويبلغ سمكها في المتوسط حوالي ٥٠ كم وتمتد من ١١-٦٠ كم ارتفاعا عن سطح البحر،وتمتاز بعدم حركة الهواء وقلة بخار الماء. وهي الطبقة التي يتجمع ويتولد فيها غاز الأوزون، وتسمى أحياناً بطبقة الأوزون **Ozonesphere** .ويبدو ان سبب ارتفاع درجة الحرارة في هذه الطبقة هو امتصاص الأشعة فوق البنفسجية لتشكيل الأوزون.

٣- طبقة الميزوسفير Mezosphere:

ويبلغ سمكها في المتوسط حوالي ٣٠ كم، وتمتد من ٦٠-٩٠ كم ارتفاعا عن سطح البحر، وهي طبقة ذات وظيفة وقائية، إذ تحترق فيها وتتحول إلى رماد كل الشهب والنيازك التي تضل طريقها وتقع في مصيدة الجاذبية الأرضية.

٤-طبقة الثرموسفير Thermosphere **أو الطبقة الأيونية** Ionosphere:

وهي طبقة سميكة جداً يزيد سمكها عن ٨٠ كم وتمتد من ٩٠-١٧٠ كم تقريباً ارتفاعا عن سطح البحر.الغازات هنا متأينة(على شكل ذرات مشحونة كهربائياً)بسبب تصادم جزيئات الغازات مع أشعة شمسية وكونية عالية الطاقة فتتأين. وهذا هو سبب ارتفاع درجة الحرارة في هذه الطبقة. ويذكر ان هذه الطبقة تؤثر على الموجات اللاسلكية فتعكسها إلى الأرض، وبفضل ذلك يتم انتقال الموجات الإذاعية القصيرة من مكان لآخر على سطح الأرض.

" طبقة التغيير" :

ما يهمنا التركيز عليه هنا هو الطبقة الأولى- التروبوسفير،التي تعرف بطبقة التغيير، ويمتد ارتفاعها من حوالي ٨ كم فوق القطبين إلى حوالي ١٨ كم فوق منطقة الاستواء تقريباً.وهي من أهم طبقات الغلاف الجوي، لأنها تضم أهم الغازات اللازمة

للحياة، مثل الأوكسجين (بنسبة حوالي ٢١ %) والنتروجين (بنسبة ٧٨ % تقريباً) وثاني أكسيد الكربون، وهي المكونات الأساسية لخليط الهواء.وفيها تحدث معظم الظواهر والتغيرات الجوية المعروفة من ضباب، وسحب، وأمطار، ورياح، ومطبات هوائية، وعواصف، وذلك نتيجة لدورة بخار الماء، التي تعتبر مقصورة على هذه الطبقة وحدها؟ كما ان درجة الحرارة في هذه الطبقة تتناقص بمعدل درجة مئوية واحدة كلما ارتفعنا حوالي ١٦٠ متراً للأعلى.

من المعروف،أن خليط الهواء حيوي جداً لجميع الكائنات الحية،إذ تحتاج النباتات إلى غاز ثاني أكسيد الكربون والنتروجين لاستكمال عمليات نموها، في حين تحتاج الكائنات الحية الأخرى بما فيها الإنسان، إلى غاز الأوكسجين لأداء وظائفها الحيوية.وقد اقتضت الحكمة ان تتحرك مكونات هذا الهواء الأساسية، الأوكسجين والنتروجين وثاني أكسيد الكربون، في دورات محكمة التنظيم تحفظ لخليط الهواء ثباته واتزانه.

وإذا ما بحثنا في الإنسان وحده، فإننا نجد أنه يحتاج في الحالات العادية إلى قدر كبير من الهواء يومياً، يقدر بنصف لتر هواء في كل شهيق، وبحوالي ٢٢ ألف مرة في المتوسط في حالة السكون، ويزداد ذلك في حالة الحركة، وبذل المجهود.ويبلغ معدل ما يحتاجه الإنسان العادي من الهواء يومياً ١٥ ألف لتر، تزن نحو ١٦ كغم، وهي كمية تفوق كل ما يستهلكه الإنسان من غذاء وماء في اليوم الواحد.

ج–المحيط اليابس Lithosphere:

أما المكون الرئيس الثالث للغلاف الحيوي، فهو المحيط اليابس، الذي يشمل الأجزاء الصلبة من الكرة الأرضية إلى عمق يزيد قليلاً عن ٣ أمتار، على أساس ان الظروف بعد ذلك تصبح غير قادرة على إعالة الحياة، حيث ترتفع درجة الحرارة،

وينعدم الهواء، ولا يتوفر الغذاء..والأجزاء الصلبة في الكرة الأرضية تتكون من الصخور، والصخر يتكون من واحد أو أكثر من المعادن. والمعادن ثروات تزخر بها الأرض، ويستثمرها الإنسان في شتى مجالات حياته..والمعادن ليست فقط يغترف منها الإنسان ما يحتاجه للتصنيع والتشييد..ان الكثير من المعادن، قبل ذلك، مواد تدخل في بناء المادة الحية، وتسهم بفاعلية في تسيير النشاطات الحيوية في كل صور الحياة .

إن الأرض هي كوكب الحياة الأوحد،فلم يتوصل الإنسان لحد الآن إلى كشف وجود أي شكل من أشكال الحياة في أي مكان اَخر غير الأرض.

والتربة، كمكون رئيسي من مكونات الغلاف الحيوي،ونظام متجدد، قد تعرضت إلى استنزاف وتدهور مريع، وهو ما يستلزم وقفة جدية تنصر دورها في مسيرة النظام المحكم للغلاف الحيوي الذي يعيل الأعداد الهائلة من الأحياء بمن فيها الإنسان.

الدورات الحيوية الأرضية الكيميائية

Biogeochemical Cyclees

يتبع النظام البيئي دورات تدويرية، كالدورة الكيماوية الحيوية، حيث تأخذ الكائنت الحية موادها الغذائية لتعيش وتنمو ثم تعيدها للبيئة بعد موتها وتحللها.

المعروف ان قشرة الأرض تحوي كافة عناصر الجدول الدوري الطبيعية،غير المصنعة في المختبرات.وتتفاوت نسبة وجود هذه العناصر في الطبيعة، فمنها الشائع، ومنها النادر.والعناصر التالية هي الأكثر شيوعاً، وتشكل أكثر من ٩٩ % من مكونات صخور قشرة الأرض:الأوكسجين، السيلكون، اللمنيوم، الحديد، المغنيسيوم،الكالسيوم، الصوديوم والبوتاسيوم.

غير ان العناصر الرئيسية في النظام البيئي الحيوي هي: الأوكسجين والكربون والنيتروجين والفسفور والكبريت.وتدخل هذه العناصر في تكوين المادة الحية (الكتلة الحية) في الكائنات على شكل مركبات كيميائية مختلة، مثل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات، وغيرها.

وبما ان هذه المواد الكيميائية تنتقل من العالم الحيوي إلى العالم الجيولوجي، وبالعكس، فان الأساتذة الدكاترة عبد القادر عابد وغازي سفاريني وبلال عميرة يسمون انتقالها هذا بالدورات الحيوية الأرضية الكيميائية(الدورات البيوجيوكيميائية) **Biogeochemical Cyclees** ولكل مركب أو عنصر كيميائي دورته الخاصة به.كما ان هنالك أشياء مشتركة بين جميع الدورات.ففي كل دورة هنالك أجزاء منها تسمى مستودعات **Reservoirs** حيث يتم إحتجاز العناصر فيها لفترة طويلة من الزمن، وبالمقابل هنالك أيضاً خزانات **Pools** تحجز فيها العناصر لفترة قصيرة من الزمن.والفترة الزمنية التي يستغرقها المركب أو العنصر في المستودعات أو الخزانات تسمى فترة المكوث **Residence Time** فالمحيطات على سبيل المثال مستودعات للماء، بينما تمثل الغيوم خزانات.كذلك بالنسبة للمجتمعات الحيوية، فان الأنواع الحية فيها تمثل خزانات.ومعظم الطاقة اللازمة لانتقال المركبات أو العناصر من مستودع أو خزان لآخر تزودها الشمس أو تأتي من جوف الأرض.

سنركز هنا على دراسة دورات الماء والكربون والنيتروجين والفسفور والكبريت لأهميتها في التعرف على حالة النظام البيئي من حيث غناه أو فقره بهذا العنصر أو ذاك، ويمكن من خلالها رصد مستويات التلوث أو المستويات غير المرغوب بها في النظام البيئي.

دورة الماء :

يعتبر الماء عنصر هام للحياة على سطح الأرض، فالنبات والحيوان والإنسان يعتمدون عليه اعتمادا كبيرا للاستمرار في الحياة. والماء أما أن يكون على صورة بخار في الهواء أو ماء سائل في الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات أو متجمد على هيئة جليد في القطبين. وتقدر كمية الماء الموجودة في المحيطات بحوالي ٩٧% من كمية الماء على سطح الأرض ويتبخر منها حوالي ٨٧٥ كم٣ يوميا ويعود ٧٧٥ كم٣ على هيئة أمطار أما الباقي فيبقى على صورة بخار متطاير في الهواء،هذه بالإضافة إلى ١٦٠ كم٣ من الماء تتبخر يوميا من اليابسة نفسها والتي تستقبل كم٣ على هيئة أمطار. وتتوزع هذه الكمية على اليابسة والأنهار والبحار والمحيطات، وتكون المياه الجوفية.

تستهلك النباتات والحيوانات والإنسان الماء الذي ما يلبث أن يعود أما على هيئة بخار كما هو الحال في عملية النتح والعرق والزفير وأبخرة المصانع، أو سائل كما في المياه العادمة المنزلية والصناعية. وتعتمد كل هذه العمليات اعتمادا مباشرا على عناصر الطقس المختلفة من حرارة وضغط جوي ورياح وعمليات جريان الماء وتسربها إلى التربة، أو وصولها إلى الأنهار والبحار. وتجدر الإشارة هنا إلى أن المياه العذبة لا تزيد نسبتها على سطح الأرض عن ٣% فقط من مجمل كمية الماء الموجودة وأن ٩٨% من هذه المياه العذبة موجودة على صورة جليد في القطبين. هذا وسيتم الحديث عن هذا الموضوع بمزيد من التفصيل في فصول لاحقة. وبعبارة بسيطة يمكن وصف دورة المياه بالمعادلة التالية :

تبخر + نتح = تكاثف

إن دورة المياه تمثل في الطبيعة نظاماً هائلاً تحركه الطاقة الشمسية، ويعمل فيه الغلاف الجوي جسراً بين المحيطات والقارات.فماء المحيطات بصورة رئيسية وماء

القارات بصورة فرعية، يتبخران باستمرار في الغلاف الجوي.وتعمل الرياح على نقل الهواء الحامل لبخار الماء إلى مسافات بعيدة وإلى إرتاعات شاهقة، حيث تبدأ عمليات معقدة في تكوين الغيوم، وحدوث الهطل.والماء الساقط على سطح المحيط ينهي بذلك دورته،أما الماء الساقط على اليابسة فأمامه رحلة طويلة إلى المحيط.

دورة الكربون :

الكربون عنصر الحياة، فهو اللبنة الأساسية في بناء المركبات العضوية التي تبنى منها الخلايا، وبالتالي الكائنات الحية.ومن ثم فهو عنصر رئيسي في تركيب الكائنات الحية، ولكنه ثانوي في تركيب قشرة الأرض الصخرية،حي يبلغ تركيزه ٠.٠٣٢، وترتيبه الرابع عشر.ويعتبر بعض الباحثين دورة الكربون دورة للأوكسجين والهيدروجين والكربون بسبب ارتباط العناصر جميعها في دورة واحدة.غير ان الأوكسجين يكاد يكون موجوداً في دورات جميع العناصر الأخرى.

تبدأ دورة الكربون في الطبيعة بعملية التمثيل الضوئي **Photosynthesis** فهي التي تحرك الكربون في الطبيعة، ولو توقفت لتوقف وجود هذا العنصر في الإشكال الأخرى الحاملة له.وفي هذه العملية يأخذ النبات غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو، والضوء من أشعة الشمس، والماء من التربة، ليصنع منها الكربوهدرات في مجموعة من المعادلات..

هذا الغاز يسير بدوره مغلقة، يستهلك في خلالها من قبل عدد من الكائنات، وفي بعض التفاعلات، ثم ما يلبث أن يعود إلى الغلاف الجوي. المعروف أنه يذوب في مياه البحار والمحيطات وقد يعود من هذه المياه إلى الجو.وهو يخرج من غازات البراكين،ومن حرق الغابات الاستوائية.. فاحتراق الوقود والغابات، وعملية التنفس عند الإنسان من شهيق وزفير، وحرق البترول والفحم، وتحلل المواد العضوية، كلها تطلق

غاز ثاني أكسيد الكربون،الذي ما يلبث أن يعود من خلال الأمطار الحمضية أو بامتصاصه من قبل المسطحات المائية. حيث يتحد مع بخار الماء فيكون دقائق الجير التي تترسب في أعماق البحار والمحيطات. كذلك فإن نسبة كبيرة من الكربون تتحول إلى مواد مختزنة كالفحم والبترول، الذي يبقى مختزن في جوف الأرض، ثم ما يلبث أن يعود للاستخدام بعد أن يخرجه الإنسان. هذا بالإضافة إلى كمية الكربون التي تختزن على صورة أحجار كلسيه.

يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون حوالي ٠.٠٣% من الغلاف الجوي، وبزيادة كميته عن هذه النسبة تحدث المشاكل البيئية والصحية.

دورة النيتروجين :

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى عنصر النتروجين،الذي يدخل في تراكيب الأحماض الأمينية، والبروتينات، والمادة الوراثية (**Deoxyribonucleic Acid DNA**). ومع ان غاز النيتروجين **N٢** يشكل ٧٨ % من الغلاف الجوي،إلا ان المنتجات والكائنات الأخرى في النظم البيئية الطبيعية لا تستطيع استخلاصه مباشرة من الغلاف الجوي والاستفادة منه.غير أن بوسعها القيام بذلك إذا تحول عنصر النيتروجين من الحالة الغازية الخاملة إلى اَيونات الأمونيوم **NH٤** أو النترات **NO٣** وتسمى هذه العملية تثبيت النتروجين **Nitrogem Fixation** التي يمكن ان تتم بطرق:التثيست الحيوي، والتثبيت الجوي، والتثبيت الاصطناعي. وبعد عملية التثبيت تتمكن النباتات من الاستفادة منه واستعماله في بناء جزيئات البروتين النباتي.

وهذه التحولات يمكن أن تكون ناتجة عن البرق أو النشاطات البركانية أو عن البكتيريا الموجودة في التربة والتي تقوم بتحويل النيتروجين إلى نيترات ومن ثم تتحول

إلـى أحمـاض أمينيـة وبروتينات.هـذا وتعتبـر فضـلات الكائنـات الحيـة وتحللهـا مصدرا مهما للنيتروجين، حيث تقوم البكتيريا بتحويلها إلى نيتريت **NO٢** ثم إلى نيترات **NO٣** ، وبعـد ذلـك إمـا يـتم امتصاصـها عـن طريـق الجـذور أو تتحـول إلـى غـاز النيتروجين **N٢** الذي يعود إلى الجو.

دورة الفسفور :

تختلف دورة عن دورات العناصر المارة في كون الغلاف الجوي لا يشكل أحد خزاناته.إنه يوجد في القشرة الأرضية كعنصر على شكل فوسات، حيث تتحد ٤ ذرات من الأوكسجين مع ذرة واحدة من الفسفور مشكلة اَيون الوفسفات،الذي يتحد بدوره مع اَيون موجب، كاَيون الكالسيوم، مكوناً معدن الأنتيت (فوسفات الكالسيوم) والموجود في كثير من صخور القشرة الأرضية النارية منها والرسوبية.وعندما تتجوى الصخور الحاوية على الفوسفات ينتقل اَيون الفوسفات إلى الماء ومن ثم إلى النباتات (المنتجات) عبر التربة.وبعد ذلـك إلـى الكائنـات الحيـة (المسـتهلكات)، حيـث يصـبح مكونـاً رئيسـياً مـن مكونـات أغشـية الخلايـا و**DNA** و **RNA** و **ATP** ثلاثـي وسـفات الآدينوسـين.ومع موت النباتات والحيوانات يعود الفوسفات إلى الماء والتربة[ ].يدخل الفسفور في تركيب العظام والأسنان. وفي تركيب الأسمدة، وبهذه الطريقة، بالإضافة إلى تحلل النباتات والحيوانات الميتة، يتم إيصاله للتربة ومن ثم إلى النباتات. ويوجد الفسفور بكمية كبيرة في فضـلات الإنسـان والحيوانـات،التي تستخدم فيما بعد كسماد للمزروعات. وأصبح الفسـفور يـدخل فـي تركيـب مسـاحيق الغسـيل ممـا أدى إلـى ارتفـاع نسـبته فـي الميـاه العادمة، وبالتالي إلى حدوث تلوث في الأنهار والبحار والمياه الجوفية، مما دفع العلماء

إلى البحث عن طرق لإزالة مركبات الفسفور من المياه العادمة. وتلعب العوامل الجوية كالأمطار والرياح دورا مهما في إيصاله للأنهار والبحار، حيث تمتصه النباتات البحرية ومن ثم يصل إلى الطيور التي تعتاش على هذه النباتات. وتترسب الكميات التي تصل إلى البحار والمحيطات في قيعانها لتشكل مصدرا مختزنا من مصادر الفسفور.

دورة الكبريت:

يدخل الكبريت في تركيب المواد العضوية الحيوانية والنباتية.لذا يعد من العناصر الأساسية اللازمة لحياة الكائنات الحية.وتبدأ دورته بخروجه من بعض أنواع الصخور التي تحتويه، مثل صخور الجبس،التي تتكون من معدن الجبس **CaSO٤** وخام الكبريت الحر **Native Sulfar** خلال عملية التجوية الكيميائية.وينتقل الكبريت على شكل كبريتات ذائبة **SO٤**مع المياه السطحية أو الجوفية الجارية، حيث يصل الجزء الأكبر منه لمياه البحار والمحيطات.وجزء أقل يصل إلى التربة.وينتهي المطاف بالكبريتات الذائبة في البحار والمحيطات إلى ترسيبها على شكل رسوبيات تتحول مع الزمن الطويل إلى صخور، مثل صخور الجبس والآنهيدريت.وبذلك تغلق دورة الكبريت على هذا الوجه.

أما الكبريت الذي يصل إلى التربة، فيمكن للنباتات أن تمتصه على شكل كبريتات ذائبة، حيث يدخل الكبريت في تركيب موادها العضوية، وخاصة البروتينات النباتية.ويمكن ان ينتقل هذا الكبريت إلى المستهلكات برتبها المختلفة خلال السلسلة الغذائية.وبعد موت المستهلكات والنباتات تقوم المحللات بتحليل المواد العضوية المحتوية على الكبريت إما هوائياً أو لا هوائياً.وتكون النتيجة في كلتا الحالتين عودة

الكبريت إلى التربة لتعود فتمتصه نباتا أخرى،أو ينتقل خلال غسيل التربة واسطة مياه الأمطار الراشحة خلالها إلى المياه السطحية الجارية أو المياه الجوية.وهذه بدورها تصل في النهاية إلى البحار والمحيطات لتترسب بعد ذلك وتكون الرسوبيات، ومن ثم الصخور الرسوبية المحتوية على الكبريت خلال الزم الجيولوجي الطويل.

وتمتاز دورة الكبريت عن دورة الفسفور بتكون طور غازي للكبريت لا تجد مثله في دورة الفسفور.إذ يمكن ان يصل الكبريت إلى الغلاف الجوي على شكل عدة أنواع من الغازات، ومنها:ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وكبريتيد الهيدروجين H_2S.وينتج غاز ثاني أكسيد الكبريت بشكل رئيسي من حرق الوقود الأحفوري المحتوي أصلاً على الكبريت بإحدى أشكاله، مثل معدن البايريت FeS_2 أو المواد العضوية المحتوية على الكبريت والموجودة في الفحم الحجري.وعادة يتفاعل الغاز المذكور مع الماء ليكون حامض الكبريتيك H_2SO_4 الذي يسهم في تكوين المطر الحمضي **Acid Rain** والذي يهطل على سطح الأرض ويسبب العديد من المشكلات البيئية.وأيضاً يمكن ان ينتج غاز ثاني أكسيد الكبريت من أكسدة الكبريت من مركباته بفعل بكتريا الكبريت **Thiobacillus** ذاتية التغذية الكيميائية.أما مصدر غاز كبريتيد الهيدروجين،الذي يصل إلى الغلاف الجوي، فهو التحلل اللاهوائي للمركبات العضوية المحتوية على الكبريت. وغاز كبريتيد الهيدروجين واحد من ملوثات الجو وهو غاز سام وله رائحة كريهة تشبه رائحة البض الفاسد.،قد يصل غاز ثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين إلى الغلاف الجوي عن طريق البراكين.

الموارد الطبيعية وأصنافها:

تُعرف موارد البيئة الطبيعية **Environmental Resources** بأنها المواد ذات الفائدة للإنسان والممكن استخلاصها من الطبيعة والتعامل معها كسلعة مهمة في التجارة المحلية والدولية، ويتضمن هذا التعريف المعادن والصخور والفلزات ومصادر الطاقة والتربة والمياه السطحية والجوفية.

و تصنف الموارد تبعاً لمدى استمرار توافرها، إلى ٣ أصناف، وهي:

موارد البيئة الدائمة، وموارد البيئة المتجددة،وموارد البيئة غير المتجددة.

أ- موارد البيئة الدائمة Permanent Resources

وتشمل مكونات المحيط الحيوي ذات الكمية الثابتة، وهي الهواء والماء والطاقة الشمسية.

الهواء أثمن موارد البيئة الطبيعية، رغم توفره بشكل دائم، حيث لا يستطيع أن يستغني عنه أي كائن حي.

وأما الماء فهو يغطي أكثر من ٧ أعشار الكرة الأرضية، وتقدر كميته بحوالي ١.٤٥ مليار كيلومتراً مكعباً. وتشكل المحيطات والبحار المستودع الرئيس له، فهي تحتوي حوالي ٩٧.٢ % من مجموع المحيط المائي على شكل ماء مالح لا يفيد الإنسان مباشرة في الاستخدامات الزراعية أو الصناعية أو الآدمية أو للشرب.أما المياه العذبة، والتي تبلغ نسبتها حوالي ٢.٨ % فقط من مجمل المياه في الكون، فان حوالي ٧٥ % منها متجمدة على هيئة جليد وثلوج في القطبين وبعض المناطق الباردة الأخرى، أي حوالي ٢.٢ % من مجمل كمية المياه في العالم.وعليه فان نسبة المياه العذبة السائلة المتاحة للإنسان وللاستخدامات المعيشية تقدر بحوالي ٠.٨ % فقط من مجموع الماء في الكرة الأرضية، وهذه نسبة قليلة إلى حد كبير، إلا أن هذا الماء على قلته يلعب دوراً رئيسياً في تهيئة الظروف الملائمة للحياة، ذلك أنه يكون ٦٠-٧٠ %

من أجسام الأحياء الراقية بما فيها الإنسان وتزداد هذه النسبة إلى ٩٠ % من أجسام الأحياء الدنيا.

وكما هو الحال مع مكونات الهواء، فان للماء دورة يسير فيها، وفي إحدى حلقاتها تكون الاستخدامات البشرية المختلفة.

ومصدر الطاقة الشمسية ، كما هو معروف،هو الشمس، التي توصف بأنها مفاعل نووي ضخم.وقد وجد العلماء ان حوالي ٣٥ % من الطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض، تعود ثانية إلى الفضاء، حيث تعكسها السحب ودقائق الغبار الجوي وسطح الأرض، وبشكل خاص الصحاري والثلج والجليد. وتعمل الإشعاعات الشمسية على مدى المحيط الجوي بالحرارة، علاوة على تبخير الماء، ونقل الهواء، وتكوين الأمطار، وإتمام دورة الماء في المحيط الحيوي؟ كما ويتحول جزء من هذه الإشعاعات إلى حرارة عادية تعطي للقشرة الأرضية ومياه المحيطات الدفء اللازم لاستمرار الحياة.

ب- موارد البيئة المتجددة Renewable Resources

وهي الموارد الطبيعية التي تمتلك خاصية التجديد ذاتياً،ويمكن إثراؤها وإعادة إنتاجها. وتشمل الكائنات الحية،كالأسماك والأشجار والتربة والمياه.

للكائنات الحية بكافة صورها دورات حياة تعطيها خاصية استمرار الأنواع.ويقدر العلماء عدد الكائنات الحية الموجودة على الأرض بحوالي ٣٠ مليون، استطاع الإنسان ان يصنف منها حوالي ١.٤ مليون نوع فقط ما بين حيواني ونباتي.

أما التربة، فهي طبقة سطحية من القشرة الأرضية تكونت مع الزمن، بفعل مجموعة من القوى والعوامل التي عملت، ولازالت تعمل، على تفتيت الصخور التي هي

الأصل في نشأة التربة، ومن هذه العوامل: الماء المتجمد في الصخور، والماء الجاري، والرياح، والنباتات، وتباين درجات الحرارة. والتربة نظام متجدد: صخور تفتت، معطية حبيبات صخرية تمتزج بحبيبات لا صخرية (الدبال **Humus**) الذي تكون من تحلل جثث وفضلات كائنات حية، وبالماء والهواء يستكمل نظام التربة كل عناصره. وهكذا فان التربة نظام متجدد.

والمياه الجوفية تتجدد مياهها في الآبار بمياه المطر.

ج- موارد البيئة غير المتجددة Non-Renewable Resources

وهي الموارد الطبيعية التي لا تتجدد خلال حياة الإنسان،أي تلك التي يستغرق تجددها ملايين السنين. إنها غير متجددة المصدر، وتؤخذ عادة من باطن الأرض، كالفحم والبترول والخامات معدنية، أو من مياه حفرية،وهي ذات مخزون محدود، وتشمل النفط، والغاز الطبيعي، والفحم، والمعادن. وهذه الموارد البيئية تتعرض للنفاذ والنضوب، لأن معدل استهلاكها يفوق معدل تعويضها، الذي يكون بطيئاً جداً، بحيث لا يدركه الإنسان في عمره القصير، ومن هنا سميت هذه الموارد بالموارد غير المتجددة.

فيما يتعلق بالنفط والغاز الطبيعي، فقد اختل في السنوات الأخيرة مركز الصدارة بين مصادر الطاقة بدلاً من الفحم، وذلك لأسباب يقع في مقدمتها اختراع المحرك ذي الاحتراق الداخلي، وارتفاع القيمة الحرارية لهما، وسهولة النقل والتخزين، ورخص الإنتاج.ومن هنا بدأ معدل استهلاك النفط والغاز الطبيعي يزداد من عام لآخر، بحيث تشير بعض الإحصائيات إلى ان هذه الزيادة في البلدان المتقدمة تبلغ ٣ % سنوياً، وأن الاستهلاك العالمي للطاقة يتضاعف كل ١٠ سنوات.

أما المعادن(الحديد والنحاس والألمنيوم والقصدير والذهب والفضة والبلاتين وغيرها) فتشير التقارير ان هناك زيادة مضطردة في إستخداماتها تبعاً للنمو السكاني وتقدم التكنولوجيا، بحيث أصبح نصيب الفرد من المعادن(إنتاج واستخدام السيارات ووسائل المواصلات الأخرى والآلات والأدوات والمنشآت والنقود المعدنية وغير ذلك)، يزداد بسرعة تبلغ ٣ أمثال سرعة إزدياد السكان.وبدأ واضحاً ان كميات المعادن المتبقية في الأرض تتراجع بسرعة، لا بل ان نضوب بعضها قد أصبح وشيكاً.

وهناك نوع أخر من المصادر الطبيعية غير قابل للإستنفاد، كطاقة الشمس والأمواج والرياح ما دامت الشمس تشرق على الأرض.

الإنسان والبيئة واستدامة المصادر الطبيعية :

في علاقة الإنسان بالبيئة، ثمة مسائل عدة لها أهميتها، أولها- أنه أستطاع ان يستغل مصادر حفرية للوقود هي الفحم والبترول، وبذلك أصبح يحرق مواد كاربونية أكثر بكثير من قدرة النظم البيئية على الاستيعاب.ونتج عن ذلك تزايد مضطرد في أكسيد الكربون في الهواء الجوي.وثانيها- ان الصناعة أصبحت قادرة على إنشاء مركبات كيميائية طارئة على النظم البيئية غريبة عليها،أي ان التحولات الطبيعية في دورات المواد غير قادرة على استيعابها لأن النظم البيئية لا تشتمل على كائنات قادرة على تحليلها وإرجاعها إلى عناصرها الأولى كما تفعل بالمركبات العضوية الطبيعية. وثالثها- ان الإنسان أصبح يعتمد على مصادر حفرية غير متجددة، بالإضافة إلى المصادر المتجددة .

والواقع، أن الإنسان استغل الثروات الطبيعية والمعادن والمياه والتربة استغلالا خاطئاً، وحتى جائراً ومتعسفاً ضحيته الأولى والأساسية البيئية،في بادئ الأمر. وكان الهدف من استغلاله البشع للثروات هو توفير الرفاه المادي والمعنوي له، ناسياً أو متناسياً بأنه جزء من البيئة ومصيره مرتبط بمصيرها.فنجم عن تحقيق هدفه المذكور هو الإضار ببيته، أولاً، وبغذائه وصحته وصحة وحياة أطفاله..

ولعل من أبرز الفضاعات التي أقترفها الإنسان بحق بيئته ومن ثم صحته وحياته، هي الحروب وما سببته من قتل ودمار وخراب.ثم الاستخدام العشوائي النهم للتقدم العلمي والتكنولوجي على حساب البيئة، مهملاً البعد البيئي في الصناعة والزراعة والإنشاء، وما نجم عنه من تلوث بيئي خطير.ولليوم يعيش العالم نتائج الانفجار السكاني ومعدلات النمو السكاني المتجاهلة لمحدودية المصادر، وما أدت إليه من نقص في الطاقة، والغذاء، والسكن اللائق، والعناية الصحية، نتيجة للاستنزاف الصارخ للمصادر الطبيعية،الذي بلغ حد تجاوز حق الأجيال القادمة في هذه المصادر.

إن الاستنزاف بالمفهوم العلمي يعني استغلال الموارد الطبيعية إلى درجة النفاذ، بحيث يكون معدل الفاقد من هذا المورد أكبر من معدل المتجدد أو الوارد إليه. وهذا ما يحدث في حالة الغابات،مثلاً، حيث يتم قطع الأشجار بسرعة أكبر بكثير من معدل النمو السنوي، مما يؤدي إلى زوال هذه الغابات، وبالتالي إلى حدوث مشاكل بيئية عديدة كالتصحر، وانجراف التربة.ومن أسباب استنزاف الموارد الطبيعية سوء استخدامها،عشوائياً وبأساليب بدائية،مما أدى إلى القضاء على وفرتها وفقدان بعضها القدرة على العطاء. فاستخدام الوسائل البدائية في التعامل مع التربة،على سبيل المثال، أدى إلى فقدانها لخصوبتها وعرضها للجرف والتصحر. كما أن الرعي الجائر وغير

المنظم أدى إلى استنزاف المراعي. وأدى سوء استخدام وسائل الصيد الحديثة، والمبيدات والأسمدة الكيماوية،إلى تهديد الحيوانات البرية، وانقراض قسم منها.وتشير الإحصائيات إلى اختفاء الكثير من الغابات والمراعي وإقراض آلاف الأنواع من النباتات والحيوانات، ومنها الفريد.

ويذكر ان معظم المصادر الطبيعية الحية هي متجددة طالما لم تتخط معدلات استهلاكها معدلات التجدد، بينما معظم المصادر الصلبة غير متجددة.حيال ما أصاب هذه المصادر من استنزاف، يدعو المسئولون عن استدامة هذه المصادر إلى ضرورة استدامتها**Sustainability** وهو ما يعني استغلالها بشكل حذر، معقول، ومنظم، لتغطي حاجات البشر دون الإضرار بالأنظمة البيئية الحية أو الإضرار بإمكانية توفرها أيضاً للأجيال القادمة.وهذا يتطلب وضع سياسات لابد من ترجمتها إلى أفعال بحيث تتضمن توضيح اثر استغلال الإنسان لمصادر الطبيعة واستنزافه لها والإجراءات المناسبة التي يجب اتخاذها للتقليل من هذا الأثر.

ويهدف موضوع استدامة المصادر المتجددة إلى تحقيق توازن بين معدلات استغلالها ومعدلات تجددها.ولابد من البحث عن بدائل غير قابلة للاستنزاف لتحل محل المصادرغير المتجددة، مثل استبدال الوقود الأحفوري بالطاقة الشمسية أو الطاقة الريحية أو طاقة الأمواج أو طاقة المد والجزر والطاقة الحيوية..

إن المعطيات والحقائق المذكورة تحتم على الإنسان أن يدرك بأن المحيط الذي يعيش فيه، ويحدد له، ولغيره من البشر، شروط البقاء،يمتلك موارد غير متجددة، ولها نهاية،مثلما لموارده المتجددة نهاية أيضا،وستختفي اذا لم يحسن استخدامها ويواصل استنزافها. فالتتابع التاريخي لتزايد السكان يبين بان هذا التزايد يسير في لولب تقصر حلقاته باستمرار، وسيصل في المستقبل المنظور إلى حد هائل يصعب معه توفير

الغذاء ومتطلبات الحياة البشرية الأخرى لهذا العدد الهائل من السكان.والنمو المتعاظم في عدد السكان يمثل المشكلة الرئيسية للبيئة، فهو يحدث أثارا موجعة فيها، كما ان أثر أي مشكلة بيئية أخرى يتناسب بلا شك مع حجم الزيادة في عدد السكان. والتلوث البيئي يعد اليوم من أخطر المشكلات البيئية المعاصرة في العالم وقد أدى إلى كوارث بيئية وبشرية لا تعد ولا تحصى.

وإن صحة وحياة الإنسان ورفاهيته وتقدمه ترتبط وثيق الارتباط بمصادر البيئة وصحتها. من هنا فان

الحفاظ على البيئة يعد جزءاً أساسياً لضمان استمرارية الحياة التي نعيشها.أما الحاق الضرر بها، فمعناه تعريض أمن بقائنا للخطر، وبالتالي فان قضية البيئة ومشكلاتها تعد إحدى القضايا الأساسية التي تحكم سياسات القوى الدولية، سواء من حيث السيطرة على الموارد، أو ضمان محيط سليم للحياة البشرية، وهذا ما جعل مشكلات البيئة، التي كانت في السابق تبدو كمشكلات يمكن التعامل معها محليا، جعلها أزمات بالغة الصعوبة والتعقيد، وذلك جراء تقاطع المصالح بين وحدات النظام الدولي الساعية لتحقيق اكبر قدر ممكن من المكاسب على حساب الوحدات الأخرى. وهذه الأهمية للبيئة تبين الارتباط بين البيئة والأمن الدولي، فالضغط البشري على البيئة أحد القضايا الأساسية التي يتبلور في إطارها الأمن الدولي.

النظام البيئي:

يمثل النظام البيئي(**Ecosystem = Biogeocoenosis**) وحدة تنظيمية في حيز معين تحتوي على عناصر حية وغير حية تتفاعل مع بعضها وتؤدي إلى تبادل للمواد بين عناصرها الحية وغير الحية.لذا فالنظام البيئي، بما يشمل من جماعات

ومجتمعات ومواطن بيئية مختلفة، يعني بصورة عامة التفاعل الديناميكي لجميع أجزاء البيئة، مع التركيز بصورة خاصة على تبادل المواد بين الأجزاء الحية وغير الحية.وهو تفاعل هذا المجتمع مع العوامل غير الحية، التي تحيط به في منطقته البيئية. ويسمى أكبر نظام بيولوجي على وجه الأرض بالكرة الحية **Biosphere** والتي تحتوي جميع العوامل الحية وغير الحية الموجودة في اليابسة والهواء والماء.

ويمثل الموطن البيئي **Habitat** وحدة النظام البيئي، حيث يمثل الملجأ أو المسكن للكائن الحي ليشمل جميع معالم البيئة، من معالم فيزيائية وكيميائية وحيوية، بينما تعتبر المواطن الدقيقة **Microhabitates** أصغر الوحدات البيئية المأهولة، وتوجد مصطلحات أخرى، مثل المناخ الدقيق **Microclimate** والحيز الوظيفي **Niche** لتحددا المتغيرات الدقيقة المتداخلة ووظيفة الكائن الحي ضمن النظام البيئي.

ويتكون النظام البيئي إجمالاً في أبسط صورة من مكونات غير حية **Abiotic Components** ومكونات حية **Biotic Components** تشكلان معاً نظاماً ديناميكياً متزناً .

التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية

of Ecosystems The Biotic Structure

ينظر علم البيئة إلى النظام البيئي الطبيعي **Ecosystem** بوصفه أية مساحة طبيعية وما تحتويه من كائنات حية نباتية أو حيوانية أو مواد غير حية، بل ويعتبره بعض الباحثين بأنه الوحدة الرئيسية في علم البيئة. والنظام البيئي قد يكون بركة صغيرة، أو صحراء كبيرة.

ويمكن تعريف النظام البيئي كتجمع للكائنات الحية من نبات وحيوان وكائنات أخرى، كمجتمع حيوي، تتفاعل مع بعضها في بيئتها في نظام بالغ الدقة والتوازن، حتى تصل إلى حالة الاستقرار، وأي خلل في النظام البيئي قد ينتج عنه تهديم وتخريب للنظام.

تقسيمات النظم البيئية ومكوناتها الحيوية

تُقسم النظم البيئية،بوصفها وحدة طبيعية تنتج من تفاعل مكونات حية بأخرى غير حية، إلى أنواع **Types of Ecosystems**،من حيث توفر المكونات الحية والمكونات غير الحية، **إلى قسمين:**

نظام بيئي طبيعي أو متكامل، ونظام بيئي غير متكامل.

أولاً- النظام البيئي الطبيعي أو المتكامل:

ويشار له أحياناً بالنظام البيئي المفتوح **Open Ecosystem**، وهو الذي يحتوي على جميع المكونات الأساسية الأولية: مكونات حية **Biota** ومكونات غير حية **Abiota**.

١-المكونات أو العوامل غير الحية Abiotic components or Factors

المكونات غير الحية تشمل المواد العضوية وغير العضوية، مثل الماء وثاني أكسيد الكربون والأوكسجين والكالسيوم والنتروجين والهيدروجين والماء وأملاح الفسفور وأحماض أمينية والبروتينات والكاربوهيدرات والدهون والفيتامينات والأحماض النووية، والدبال **Humus**.

وكذلك نوع التربة والتضاريس،والغابة والمستنقع والنهر والبحيرة، وعناصر المناخ، كالحرارة والرطوبة والرياح والضوء.وعناصر فيزيائية، كالجاذبية والإشعاع الشمسي.علماً بأن جزءاً بسيطاً من هذه التراكيب تستفيد منه الكائنات الحية، وهو الذي يكون ذائباً في الماء.اما الجزء الأكبر فهو مُخزن في الرواسب القاعدية.

٢-**المكونات أو العوامل الحية** Biotic Components or Factors

تشمل المكونات الحية جميع الكائنات الموجودة ضمن النظام البيئي المعني بالدراسة من حيوان ونبات وكائنات حية دقيقة. وتشمل: النباتات- كالأشجار، والحيوانات- كالحشرات القاريات، والكائنات المجهرية (الميكروبات) كالبكتريا والفطريات..الخ.

الكائنات الحية و دورات الغذاء:

مع ان للنظم البيئية الطبيعية اختلافات كبيرة فيما بينها، لكنها تشترك في صفة واحدة مهمة،وهي التركيب الحيوي، الذي يعتمد على علاقات التغذية بين الأعضاء المختلفة. فكل نظام بيئي طبيعي يحتوي على ٣ أنواع من الكائنات الحية مرتبطة غذائياً مع بعضها بعضاً، وهي: كائنات تصنع المواد وتسمى المنتجات،وأخرى تلتهم الغذاء وتسمى المستهلكات، وثالثة نعيش متطفلة وتحل المواد أو تفترس الكائنات الأخرى،وتسمى المفككات أو اَكلات الفتات والمحللات.

فما هي طبيعة هذه الكائنات ؟

أ-**المنتجات** Produceres

كائنات حية توفر الغذاء لنفسها وللأحياء الأخرى التي تُعرف بالمستهلكات.هي غلباً من النباتات الخضراء والطحالب التي تقوم بصنع غذائها بنفسها، وتسمى أيضاً الكائنات الحية ذاتية الإغتذاء **Autotrophs** التي بإمكانها أن تصنع الغذاء في عملية البناء أو التمثيل الضوئي، وفي هذه العملية تأخذ المنتجات غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو بوجود أشعة الشمس، وتحتاج إلى الماء والأملاح المعدنية ومصدر للطاقة

لكي تبقى حية، وهي تنتج سكر الغلوكوز الذي يزود المنتجات بالطاقة اللازمة لعملياتها الحيوية، وتطلق غاز الأوكسجين.ثم تقوم المنتجات بتحويل سكر الغلوكوز إلى مركبات عضوية **Organic Compounds** معقدة تشمل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون وغيرها، تبني بها أنسجتها وأجزاءها، بوجود العناصر الغذائية الأخرى **Mineral Nutrients** كالنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكبريت، التي تقوم بامتصاصها من التربة أو من الماء مباشرة... المنتجات تحصل على المواد الأولية اللازمة لعملية البناء الضوئي من البيئة.

وتكون الكائنات المنتجة في البركة على نوعين: نباتات ذات جذور **Rooted aquatica** ونباتات طافية **Floating aquatica** كبيرة **الحجم** وأخرى دقيقة الحجم، وتمثلها الطحالب، وتسمى الهوائم النباتية **Phytoplankton** وتتوزع في المنطقة المضاءة من ماء البركة لتقوم بعملية التركيب الضوئي.

وتعد جميع النباتات الخضراء، بما في ذلك الطحالب الدقيقة والمرئية، كائنات منتجة (ذاتية التغذية) لأنها تمارس عملية التركيب الضوئي. ويعد البناء الضوئي المنبع الرئيس للحياة، فهو يمثل القدرة الإنتاجية لجميع النظم البيئية المحتوية على النباتات الخضراء، كما هو الوسيلة التي تتحول بواسطتها الطاقة الضوئية إلى طاقة كيماوية.ولا يتم البناء العضوي ببساطة، وإنما يتضمن سلسلة متكاملة من التفاعلات الكيماوية التي تحتاج إلى الأنزيمات والعديد من المركبات الوسيطة المعقدة.

ب- المُستهلكات Consuners

كائنات حية تعتمد في غذائها على غيرها، مستهلكة ما تنتجه الكائنات الحية المنتجة،أو تتغذى على بعضها، مستعملة المواد العضوية المُنتجة من قبل الكائنات

ذاتية التغذية، سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة. وبذلك تسمى أيضاً كائنات حية غير ذاتية الإغتذاء **Heterotrophs**، لأنها غير قادرة على إنتاج مركباتها العضوية اللازمة للأغراض الغذائية الأساسية.وتشمل الحيوانات والفطريات وبعض الطلائعيات ومعظم البكتريا.**وتصنف الكائنات الحية المستهلكة حسب مصدرها الغذائي إلى:**

أ- أكلات الأعشاب **Herbivores**

ب- أكلات اللحوم **Carnivores**

ت- أكلات الأعشاب واللحوم **Omnivores**

الحيوانات المستهلكات الأولية تسمى**Primary Consumers**، ويمكن تسميتها بالعواشب أو أكلة الأعشاب **Herbivores**. أما الحيوانات التي تتغذى على المستهلكات الأولية فتسمى مستهلكات ثانوية **Secondary Consumers** ، فالغزال الذي يقتات على العشب يعد مستهلكاً أولياً، والذئب مستهلكاً ثانوياً عندما يتغذى على الغزال. وتسمى المستهلكات الثانوية والأعلى منها بأكلات اللحوم أو اللواحم **Carnivores** أو المفترسات(الضواري) **Predators** .أما المستهلكات التي تتغذى على النباتات والحيوانات معاً فتسمى مستهلكات اختيارية **Omnivores** .

وهناك مجموعة خاصة من المستهلكات هي الطفيليات **Parasites** وهي كائنات قد تكون نباتية أو حيوانية تعيش في داخل الكائن الحي أو عليه، والذي يدعى العائل **Host** وتتغذى عليه خلال فترة من الزمن، ولكن لا تؤدي إلى قتله مباشرة، بل إلى إضعافه.

ج- المُحللات Decomposers

كائنات حية تقوم بتحليل الجثث والفضلات العضوية، معيدة للبيئة موادها، مثل البكتريا، والفطريات، التي تتجمع في قاع البركة، مثلاً، حيث تتراكم بقايا النباتات والحيوانات، وعندما تكون درجة الحرارة مناسبة يبدأ التحلل بسرعة وتعود المواد الأولية إلى رواسب البركة أو قد تذوب في الماء لتغذي المنتجات، ولتستمر الحياة في هذا النظام البيئي.

وهذه الكائنات لا يمكن اعتبارها ذاتية التغذية، حيث أنها لا تصنع غذائها من مواد لا عضوية، ولا يمكن أيضاً ان نعتبرها كائنات مُستهلِكة، حيث أنها لا تتناول طعاماً جاهزاً، بل إنها تقوم بتحليل الكائنات الحية بعد انتهاء عملية التحليل الذاتي **Autolysis** (والتي تحدث داخل الكائن الحي بعد الموت مباشرة) وذلك للحصول على الطاقة اللازمة لحياتها، وتشمل المحللات البكتريا والفطريات التي تمتص ما تحتاج إليه من مواد عضوية مُحلَلة عن طريق غشائها الخلوي مباشرة. وتصنف إلى ٣ أنواع حسب متطلبات الأوكسجين.

١-الكائنات الدقيقة الهوائية **Aerobes**

٢-الكائنات الدقيقة اللاهوائية **Anaerobes**

٣-الكائنات الدقيقة الاختيارية **Facultative anaerobes**

خلاصة القول: يتكون النظام البيئي الحي من ٣ عناصر رئيسية، هي:
عناصر إنتاج، وعناصر الاستهلاك، وعناصر التحلل.

وتتكون عناصر الإنتاج من النباتات الخضراء بكل أنواعها (من الطحالب الخضراء إلى الأشجار الضخمة المختلفة) ولهذه النباتات القدرة على إنتاج غذاءها بنفسها، فهي تمتص غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء وتمتص الماء من التربة عن طريق جذورها، وتصنع منهما معاً في وجود مادة الكلوروفيل وتحت تأثير أشعة الشمس، جميع أنواع المركبات العضوية التي تحتاجها، والتي تبني منها أجسامها(مثل المواد الكاربوهيدريتية والدهون والبروتينات وما إليها).وتعطي هذه الخاصية لهذه النباتات نوعاً من الاستقلال عن كل ما حولها من كائنات، ولكنها مع ذلك لا تستطيع أن تستغني عن اعتمادها على العناصر الطبيعية غير الحية.

وتتكون عناصر الاستهلاك (المستهلكون) من الحيوانات بأنواعها المختلفة، ولا تستطيع هذه الحيوانات ان تعد غذائها بنفسها، ولكنها تعتمد على غيرها في إعداد هذا الغذاء، وعناصر الاستهلاك دراجات، منها الأولي والثانوي والثالث، يتغذى بعضها بالنباتات والأعشاب، ويتغذى بعضها الآخر من آكلات اللحوم بغيره من الحيوانات، وفي كلتا الحالتين تقوم هذه الحيوانات باستهلاك ما تنتجه عناصر الإنتاج.

وتشمل عناصر التحلل كل ما يتسبب في تحلل أو تلف مكونات البيئية الطبيعية المحيطة بها، ومن أمثلة هذه العناصر: البكتريا، والفطريات، وبعض أنواع الحشرات التي تشترك في تحليل أجسام النباتات والحيوانات الميتة.وتساعد عناصر التحلل على أعادة جزء من المادة إلى التربة، وتستفيد منها عناصر الإنتاج، وتستخدمها مرة أخرى في تكوين الغذاء، وبذلك تتكرر الدورة مرة أخرى.

ولابد من الإشارة إلى أنه على الرغم من أن المكونات غير الحية تؤثر في المكونات الحية، وتتحكم بها، وتحدد خصائص النظام البيئي،إلا أن المكونات الحية

تؤثر أيضاً في بعض المتغيرات غير الحية، عن طريق التهوية، وتثبيت التربة، وغيرها.

ثانيا- النظام البيئي غير المتكامل:

ويشار له أحياناً بالنظام البيئي المغلق **Closed Ecosystem** وهو الذي يفتقر إلى واحد أو أكثر من المكونات الأساسية، مثل الأعماق السحيقة للبحر، والكهوف المغلقة، حيث تشترك في كونها لا تحتوي الكائنات المنتجة لعدم توفر مصدر للطاقة الشمسية.ولذا تعيش آكلات القمامة والكائنات المُحللة على ما يسقط من مواد عضوية ونباتية وحيوانات ميتة من الطبقات العليا للمكان.وقد تتواجد قلة من البكتريا ذات البناء الكيميائي، لكنها لا تستطيع أن تنتج كمية فعلية من المادة العضوية.

وهنالك تقسيم ثالث – حسب مصدر الطاقة وتقسم النظم البيئية إلى ٣ نظم:

١- نظام بيئي طبيعي يُدار بالطاقة الشمسية، مثل المحيطات المفتوحة والغابات.

٢- نظام بيئي بشري يُدار بالطاقة الشمسية، حيث يقوم الإنسان تبعاً لمصالحه المعيشية باستبدال النباتات الطبيعية ببعض المحاصيل الزراعية ويضيف إليها مواد جديدة، كالأسمدة والمبيدات الحشرية، ومن أمثلتها البساتين والحقول الزراعية.

٣- نظام بيئي صناعي يُدار بطاقة الوقود، حيث تعتمد طاقة هذا النظام على مصادر غير الشمس، كالكهرباء والوقود وغيرها.والنظام الثاني والثالث ساهما في تلوث البيئة بشكل كبير وأضرا بعناصرها الحيوية وغير الحيوية.

وهكذا، فان القوانين الإيكولوجية الثلاثة تنظم المكونات الطبيعية للبيئة، وتحفظ توازنها بشكل محكم ودقيق.ويبقى التعامل مع البيئة، بمكوناتها المتعددة، في ضوء هذه القوانين، وبعقلانية وحكمة في الاستخدام، وترشيد وضبط في الاستهلاك هي الضمانات لتلبية حاجات الإنسان والإيفاء بمتطلباته عبر الأجيال المختلفة. إلا أن واقع الحال لا ينبأ بذلك، إذا ستقوي الإنسان على البيئة، وتجاهل قوانينها الإيكولوجية، وأسرف في

استخدام مكوناتها واستنزاف مواردها المتجددة وغير المتجددة، وأتلف الكثير من مواردها بما فيها الموارد الدائمة، مما نتج عنه ظهور مشكلات بيئية تهدد سلامة هذا الإنسان، وتنذر بشؤم مستقبل أجياله اللاحقة، لا بل وتهدد سلامة كوكب الأرض(بيئة الحياة الكبرى) التي يعيش عليها هذا الإنسان.

ما هو حجم النظام البيئي الطبيعي ؟

أشرنا إلى ان النظام البيئي الطبيعي يُعرف بأنه مجموعة من الكائنات الحية التي تعيش في بيئة محددة، وتتفاعل مع عناصر البيئة غير الحية، ومع بعضها بعضاً، بحيث تحافظ هذه الكائنات على استمرارية وجودها.ويمكن تعريفه أيضاً بأنه مجتمع من الكائنات الحية يتفاعل مع عناصر البيئة غير الحية المحيطة به من خلال دخول وخروج المادة (العناصر الكيميائية) والطاقة.

ويتفاوت حجم النظام البيئي الطبيعي بشكل كبير، إذا أنه يتراوح ما بين بركة ماء صغيرة، أو حتى السطح الخارجي لجلد الإنسان، إلى غابة كبيرة، وينتهي بالغلاف الحيوي الأرضي.وتتفاوت النظم البيئية الطبيعية أيضاً في تنوع الكائنات الحية واختلاف المكونات غير الحية فيها، وما يؤثر في كل ذلك من تغيرات زمنية ومكانية.وقد تكون حدود النظام البيئي الطبيعي واضحة، مفصولة عن النظام المجاور له، كالانتقال من شاطئ محيط صخري إلى غابة،أو من بركة إلى الغابة المحيطة بها. وفي حالات أخرى يكون الحد متدرج،كالانتقال من منطقة الأعشاب إلى المنطقة العشبية(السفانا)، ثم إلى الغابات في جنوب شرق أفريقيا مثلاً.وقد يكون النظام البيئي اصطناعيا، فالبحيرة خلف السد مثال مختلف عن البحيرة الطبيعية.

أن ما هو مشترك في ما بين النظم البيئية الطبيعية ليس حجمها أو شكلها أو حدودها، وإنما أيضاً عمليات دخول الطاقة وخروجها، وتدوير العناصر الكيميائية من خلال التفاعلات بين مكوناتها الحية وغير الحية.

ومن أهم العلاقات بين المكونات الحية للنظم البيئية الطبيعية هي اعتماد بعضها على بعض في التغذية،إذ يوجد العديد من مسارات التغذية في النظم البيئية الطبيعية، منها أن الكائن الحي يمكن ان يتغذى على كائن حي ثاني، وفي الوقت نفسه يمكن ان يتغذى عليه (يأكله) كائن حي ثالث.وهكذا دواليك. ويسمى كل مسار من هذه المسارات بالسلسلة الغذائية **Food Chain**. ومع أنه بالإمكان تتبع كل مسار أو كل سلسلة غذائية لوحدها، إى أنه في الواقع تتشابك أو تتداخل السلاسل الغذائية بعضها ببعض، مشكلة ما يسمى بالشبكة الغذائية **Food Web**.

وعلى الرغم من العدد الكبير للسلاسل الغذائية والتعقيد الشديد للشبكات الغذائية، فان العلاقات الغذائية في النظم البيئية محكومة بعلاقة كلية بسيطة، وهي ان جميع السلاسل الغذائية تبدأ بالمنتجات فالمستهلكات فالمحللات.، تسمى هذه المستويات المتعاقبة مستويات التغذية **Trophic levels**

وسواء نظرنا إلى التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية من خلال السلسلة الغذائية أو الشبكة الغذائية أو المستويات الغذائية، فإننا نجد أنه خلال أي خطوة من خطوات التغذية يحدث انتقال رئيسي للعناصر الغذائية الكيميائية والطاقة المخزونة من الكائن الحي أو المستوى الغذائي إلى الكائن أو المستوى الغذائي التالي.

دراسة النظم البيئية الطبيعية

تعني دراسة النظم البيئية الطبيعية **Ecosystems** بالتعرف الدقيق على المجتمعات الحية التي تعيش معاً في بيئات محددة، كالغابات أو الصحارى أو البحيرات.**وهي تحقق أهداف عدة، مثل:**

١-تفهم العلاقات المتبادلة والمتداخلة بين أنواع الكائنات الحية التي تعيش في هذه البيئة ومنها الإنسان، مما يؤدي إلى التعرف الوثيق على الكيفيات التي تسعى بها

هذه الكائنات للحصول على مقومات حياتها، كالهواء النقي والماء غير الملوث والمناخ والتربة المناسبين.

٢-اعتبار النظم البيئية الحيوية من الأمثلة الجيدة على النظم المستدامة **Sustainability Models of**.

فقد عاشت الكائنات الحية في الغابة الاستوائية، مثلاً، أزماناً طويلة متمتعة بالظروف السائدة في هذا النظام البيئي، دون أن تتغير تغيراً سلبياً مؤثراً.ويمكن الاستفادة من ذلك بتوجيه الإنسان إلى كيفية إبقاء هذه الظروف الطبيعية متوفرة حتى تبقى النظم البيئية مستدامة، لا تنفد مع الزمان.

٣- التعرف على التنوع الطبيعي، ومن ثم المحافظة عليه وتذوق جماله وجمال الطبيعة عموماً، مما يؤدي إلى النهاية إلى شعور حقيقي في نفس الإنسان من إنه يجب أن لا يعمل على تخريب بيئة الأرض التي سخرها الخالق له.

التعاقب البيئي وأهميته

تتعرض المناطق الطبيعية إلى اضطرابات (أو تغييرات سلبية) **Disturbances** من أنواع شتى.وهذه الاضطرابات ليست جميعها من فعل البشر، بل قد تكون طبيعية، كالعواصف والنار(الحرائق) التي ما فتأت جزءاً من البيئة.وقد أثرت هذه التغيرات السلبية على البيئة منذ أزمان بعيدة، بحيث تأقلمت **Adapted** (أو تكيفت) الكائنات الحية معها إلى المدى الذي يمكن للبيئة (أو سطح الأرض) ان تستفيد من هذه التغيرات السلبية على المدى الطويل.فللحرائق الطبيعة فوائد عدة:منها ان الأشجار في الغابات التي لم تتعرض للحرائق قد تصبح معرفة للآفات الحشرية والأمراض، بينما تزداد مقاومة النباتات المتبقية بعد الحرائق لهذه الآفات والأمراض.

تتغلب الطبيعة على مثل هذه التغيرات البيئية السلبية بحدوث ما يسمى التعاقب البيئي**Ecological succession** والذي يمكن تعريفه بالانتقال المنظم من مجتمعات حيوية معينة **Biotic community** إلى مجتمعات حيوية أخرى.

ما يحدث خلال التعاقب البيئي هو ان يحل مجتمع حيوي محل أخر تدريجياً مع الزمن، وهذا الثاني يحل محله مجتمع ثالث، وحتى يمكن ان يحل مجتمع رابع محل الثالث، ونستطيع مشاهدة كثير من الأمثلة على التعاقب البيئي حولنا.فمثلاً إذا تركت قطعة أرض مغطاة بالتربة دون زراعة وسقطت عليها كمية كافية من الأمطار، تبدأ الأعشاب بالنمو أولاً، وبعد بضع سنوات تغزوها الشجيرات، ثم بعد سنين عدة تبدأ الأشجار بالسيطرة على المكان.ويمكن سبب حدوث التعاقب البيئي ي التغيير الذي يطرأ على البيئة الطبيعية بفعل نمو المجتمع الحيوي نفسه، بحيث تصبح المنطقة مناسبة لعيش مجموعة جديدة من الأنواع، وفي الوقت نفسه تصبح اقل تناسباً مع المجتمع الحيوي الحالي،أي الذي كان أصلاً.

ولا يستمر التعاقب في الأنواع إلى ما لا نهاية.إذ ينتهي المطاف بحالة من الاستقرار، حيث يتم الاتزان ما بين جميع الأنواع والبيئة الطبيعية.وتدعى هذه المرحلة النهائية نظام الذروة البيئي **Climax ecosystem** ، وتسمى التجمعات الحيوية المستقرة(أو الناضجة) مجتمعات الذروة **Climax communities**.

ويمتاز نظام الذروة بأنه:

١- ذو مقاومة عالية للتأثيرات السلبية.

٢- ذو تنويع حيوي عالي **High Species Diversity**

٣- غني بالمواد الغذائية والمواد العضوية .

٤- بأنه يظهر درجة عالية من الانتظام.

ولكن يجب التركيز بأنه حتى أنظمة الذروة قد تتعرض للتغيير إذا ما حدثت تغييرات جذرية في المناخ أو دخول ا،واع جديدة أو إظالة (نزع) أنواع قديمة من النظام البيئي.غير ان التغيير يكون بطيئاً في أنظمة الذروة إذا ما قورن بالتغيير في المراحل الأولى من التعاقب البيئي حيث قلة التنوع الحيوي.

ويوجد نوعان للتعاقب البيئي:

– تعاقب بيئي أولي **Primary Succession**

–وتعاقب بيئي ثانوي **Succession Secondary**.

التنوع الحيوي خلال التعاقب البيئي

تمتاز المراحل الأولى من التعاقب البيئي **Ecological succession** بظهور أنواع متعددة من النباتات، وتبلغ قمة التنوع الحيوي **Climax Species Diversity** في المراحل الوسطى من التعاقب البيئي،إذ تظهر أنواع متعددة من الأشجار مختلفة الحجم.فتمتاز الغابة بحزم متعددة من أنواع الأشجار المختلفة[ ].وهناك أمثلة أخرى عديدة..

تطور النظام البيئي- التعاقب **Succession**

أن التغير في العوامل الفيزيائية أو الحية، في منطقة ما، يسبب تغيراً في المجتمعات الحية، والذي يعرف بالتعاقب، وهو تطور منظم في الأنظمة البيئية، يتسبب في تشوه مجتمع حيوي بدلاً من مجتمع حيوي سابق في نفس المكان. ويمكن ملاحظة التطور في النظام البيئي في بحيرة حديثة التكوين، حيث تمر بالمراحل التالية: تتكون الخضرة داخل البحيرة نتيجة انتشار الطحالب فيها. تستوطن جماعات القشريات والرخويات والحشرات المائية وبعض الديدان. ثم تلتحق بها جماعات من البرمائيات والأسماك. لذا تتغير البحيرة تدريجياً مع تراكم المواد العضوية في القاع، وثراء المياه بالمواد الغذائية.

وتتجه الأنظمة البيئية بشكل طبيعي نحو تكوين مجتمعات مستقرة تحتوي على أكبر كمية من المادة الحية.وتعرف المراحل التطورية بالأطوار التسلسلية **Serial stages**، ويعرف المجتمع الأخير والأكثر استقراراً بمجتمع الذروة **Climax community**.وتمتاز الأطوار المبكرة بإنتاجية عالية وتنوع قليل في النباتات والحيوانات، كما تكون أقل استقراراً من الذروة، وأكثر عرضة للتغير البيئي المفاجئ.

العوامل والقوانين البيئية:

من المعروف علمياً ان النظم البيئية الطبيعية تتأثر بالعديد من العوامل الفيزيائية والكيميائية المتداخلة، وهي ما تسمى العوامل غير الحية.وتشمل هذه العوامل: معدل الأمطار من حيث الكمية والتوزيع خلال العام،بالإضافة إلى كمية الرطوبة في التربة، ودرجة الحرارة من حيث الدرجات العليا والدنيا،والمعدل،والضوء،والعناصر الكيميائية الغذائية **Chemical Nutriens**، ودرجة الحوضة **Ph** ، والملوحة، والحرائق، والتضاريس..إن وجود هذه العوامل أو غيابها،أو زيادتها أو نقصانها، قد يؤثر على مقدرة الكائنات الحية على المعيشة.ولكن الأنواع المختلفة تتأثر بكل واحد من هذه العوامل بطرق مختلفة.وتبعاً لتجاوب الأنواع المختلفة مع هذه العوامل البيئية غير الحية تتحدد إمكانية وجود الأنواع أو عدم وجودها في جزء من المنطقة أو في المنطقة جميعها.ونتيجة لذلك، تستطيع بعض الكائنات الحية البقاء، وغيرها لا تستطيع.وهذا ما يحدد طبيعة النظام البيئي الطبيعي المعني .

تقسيمات العوامل البيئية

تنقسم العوامل البيئية إلى عوامل حية أو حياتية أو تداخلات بيولوجية، وعوامل لا حياتية أو غير حية.

أ- العوامل الحية:

يمكن ان تؤدي العوامل الحية إلى صياغة شكل النظام البيئي. فمثلاً تعيش الأعشاب في المناطق التي تسقط الأمطار فيها بمعدل يزيد على ٧٥ سم / سنة. ولكن إذا كانت كمية الأمطار كافية لنمو الأشجار فلا تاح الفرصة للأعشاب للنمو، أي ان العامل الذي حد من نمو الأعشاب هو المنافسة مع الأشجار الأطول

ب-العوامل اللاحية **Abiotics factors**

من هذه العوامل:

١-**الحرارة** Temperature

يوجد لكل كائن حي مجال حراري معين يستطيع ان يعيش فيه.وغالباً ما تكون درجة الحرارة عاملاً محدداً في توزيع ووفرة الكائنات الحية في منطقة ما.

اعتبر العالم دارون العوامل المحددة **Limiting factors** مثل الحرارة، من المعوقات البيئية **Ecological barriers** لانتشار وتوزيع النوع، ولكنه وجد ان للكائنات الحية مقدرة خاصة(فسيولوجية أو سلوكية) للتعامل مع تذبذبات الحرارة طالما تقع هذه التذبذبات ضمن الحالة المثالية.ويعتقد العلماء بأنه إذا ارتفعت درجة الحرارة عن الحد الأعلى لقدرة التحمل (أو انخفضت) فإن هذه العوامل- الحرارة- سيصبح تدرجاً قاتلاً ويعرف بالعامل القاتل **Fatal factor**أو **Lethal factor** ولن تستطيع الكائنات الحية ان تتكيف معه، فتلجأ إلى الاعتماد على الانتشار، الهجرة، أو أي سلوك أخر يمكن ان يقيها من التعرض لدرجة الحرارة المرتفعة أو تفشل فتموت.

٢- **الضوء** Light

يعد الضوء من العوامل البيئية الهامة إذ أنه مصدر الطاقة لجميع الكائنات الحية. وهو عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية تصل سطح الأرض من الشمس. ويحيوي

الإشعاع الشمسي على الضوء المرئي (بالنسبة للإنسان) الذي يتكون من موجات أطولها موجات الضوء الحمراء ٦٠٠ – ٧٨٠ نانومتر، وأقصرها البنفسجية ٣٩٠ نانومتر. كما يحوي هذا الإشعاع على دزء غير مرئي تكون أطوال موجاته أقصر من البنفسجي كالأشعة فوق البنفسجية **Ultraviolet** أو أطول من الأحمر كالأشعة تحت الحمراء **Infrared** ولا يصل الأرض إلا جزء قليل من الأشعة فوق البنفسجية وذلك بسبب امتصاصها بواسطة طبقة الأوزون تأتي تحيط بالغلاف الجوي.وإن ما يصل الأرض هو نحو ٠.٣ % من مجموع الطاقة الشمسية فقط، حيث يمتص منه حوالي ٠.٠٤ بواسطة النباتات لتستَهلك في عملية التركيب الضوئي، إلا ان هذا الجزء البسيط من الطاقة يقوم بتصنيع جميع المركبات العضوية والغذاء في البحر وعلى اليابسة.

٣-الماء Water

الماء من أهم العوامل اللا حياتية.يتكون الماء بنسبة ٦٠ – ٨٠ % من أجسام الكائنات الحية، ويرتبط وجود الكائنات الحية ووفرتها في أي منطقة بيئية بوفرة الماؤ ونسبة محتوياته من المواد العضوية واللاعضوية، وكذلك درجة حموضته وملوحته.وتتكيف الكائنات الحية تبعاً لتوفر الماء، فنجد أنواع الكائنات الحية وتكيفاتها في الصحراء تختلف عن تلك الموجودة في بيئة مائية أو متوسطة الجفاف أو متجمدة، ويرتبط بالماء عاملين مهمين، هما: الهطول **Precipitation** والرطوبة **Humidity** .

٤-التربة Soil

الترب هي الأخرى من أهم العوامل اللاحياتية، وتعتبر عاملاً مهماً في توزيع الكائنات الحية وخصوصاً النباتات التي تعتمد اعتماداً كلياً على التربة. **وتعود أهمية**

التربة للكائنات الحية للأسباب التالية:

١- تقوم التربة بتثبيت جذور النباتات.

٢- تزود التربة النباتات بالماء والأملاح المعدنية (المواد المغذية).

٣- تؤدي التربة مهمات النقل أو الغذاء أو الإيواء أو كمكان للراحة بالنسبة للحيوانات.

٤- تحلل المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في التربة وإعادتها إلى دورتها الطبيعية.

وتُعرف التربة على أنها المادة المعدنية التي قد توجد على هيئة صلبة (مثل الجلمود، والحصى، والبروزات الصخرية الكبيرة، والقطع الكبيرة من الحجارة) أو على هيئة جزيئات معدنية ناعمة يشار إليها بالرمال، والغرين، والطين، تبعاً لنسحبها.وغالباً ما تحتوي هذه التربة على كميات ضخمة من المادة العضوية التي تكون دبالاً **Humus** غزير الإنتاج.

وتُعرف دراسة التربة باسم علم التربة **Pedology** ، وهو فرع مرتبط بالعلوم التطبيقية، حيث يور معلومات قيمة لعلماء الزراعة والغابات والبيئة والجيولوجيا.

وتتكون التربة نتيجة لثلاث عوامل رئيسية، هي:

١- **التعرية الجوية** Weathering

حيث درجات حرارة التجمد والانصهار المتكررة، وخصوصاً عن طريق تجمد وانصهار الماء الذي يتسرب بين شقوق الصخور إلى التفكيك الفيزيائي للصخر ليعطي دقائق ناعمة نسبياً.

٢- **عمليات التآكل أو الحت** Erosion

وخصوصاً عن طريق التيارات المائية للسيول أو عن طريق المواد الكيميائية (ولاسيما الأحماض العضوية، التي تضاف إلى التربة من قبل النباتات والحيوانات

ونشاطات الإنسان المختلفة، والتي تغير من طبيعة الصخر الأصلي وتساعد في تجزئة وإذابة المكونات المعدنية) أو عن طريق بعض المواد المعدنية والكيميائية المتكونة من بقايا عضوية للنباتات والحيوانات أو التحلل الكيميائي للمواد المعدنية، حيث تختلط هذه المواد المعدنية أو الكيميائية مع ماء التربة الذي يتخلل حبيبات وشرائح التربة **Soil profile** ويحدث تفككاً في نسيج التربة.

٣- **الترسيب** Sedimentation

وهذا يتم عن طريق الرياح بشكل أساسي، حيث تحمل جزيئات التربة من منطقة معينة وتلقي بها في منطقة أخرى

وبسبب هذه العوامل الثلاث يختلف نوع التربة من مكان إلى اَخر.

مكونات التربة

تتكون التربة من مكونات ٤ رئيسية وهي: الرمل، الطين،الغرين والدبال.

وتحدد هذه المكونات خواص التربة وعادة ما تتكون التربة من نسب مختلفة من هذه المكونات، وتتغير التربة بتغيير الظروف المناخية وما يصاحبها من مجتمعات نباتية وحيوانية، وذلك لأن القوة الكيميائية والفيزيائية المختلفة سوف تغير بالتأكيد المواد المعدنية والعضوية في التربة.

١- الرمل **Sand**

تتكون حبيبات الرمل من عملية التعرية الجوية لصخور السيليكا، وبالتالي تعتبر السيليكا(**SiO٢**) أهم مكونات الرمال وقد تختلط عناصر أخرى، مثل كاربونات الكالسيوم في الشواطئ المرجانية والجزر.ويبلغ قطر حبات الرمل ٥٠- ٢٠٠ ميكرون (الميكرون= جزء من الألف من المليمتر)، وهذا الحجم يعتبر كبيراً نسبياً، مما يجعل نفاذية الماء **Permeability** في الرمل عالية، ومما يجعل تهوية جذور النباتات

بالأوكسجين **Gaseous volume** عالية أيضاً.ولكن تكون الخاصية الشعرية **Capillarity** ضعيفة (انتقال الماء من أسفل إلى أعلى في التربة اعتماداً على الخاصية الشعرية). وتعتبر التربة الرملية غير ناضجة وجافة نظراً لعدم قدرتها على الاحتفاظ بالمعادن وارتفاع نفاذيتها ولتدني الخاصية الشعرية فيها.

٢- الطين Clay

يتكون من التعرية الجوية لصخور الغرانيت، ويحتوي على مركبات الألمنيوم والمعادن المرافقة له. وتعتبر حبيبات الطين دقيقة، حيث يبلغ قطرها أقل من ٢ ميكرون، وبالتالي يزداد تمسكها ببعضها، مما يجعل احتفاظها بالماء مرتفع، مقارنة بالرمل، مما يحسن من الخاصية الشعرية لها.ولكن قوة تماسكها تجعل جذور النباتات غير قادرة على اختراقها، وبالتالي غير قادرة على الاستفادة من ما تحتفظ به من ماء. ويستطيع الطين أن يحتفظ بالمعادن، ولكن لنفس السبب السابق، وهو عدم قدرة الجذور على اختراقها، يجعل النباتات غير مستفيدة من هذه المعادن.

٣- الغرين Silt

ويتكون من أنواع مختلفة من طبقات الصخور التحتية **Parent rocks** وتترسب بالتربة بواسطة الرياح والمياه، وخصوصاً في مناطق دلتا الأنهار، ويعتبر حجم حبيباتها وسيطاً بين الرمل والطين،إذ يتراوح ما بين ٢- ٥٠ ميكرون، ويشابه الغرين الطين في خواصه، لكنه أقل تمسكاً وصلابة.

٤-الدبال Humus

وهو عبارة عن المادة العضوية في التربة، ويتكون من بقايا النباتات وفضلات الحيوانات المحللة جزئياً، ويعتبر الدبال ضروري للتربة، حيث يحافظ على الفراغات الهوائية في التربة الطينية، مما يقلل من صلابتها،كما يجعل التربة الرملية تحفظ كمية

أكبر من الماء.ويمنع الدبال من عملية نزع المعادن من التربة، ويؤثر الرعي الجائر والزراعة المتكررة على كمية الدبال، ويقلل من نسبته، مما يجعلها غير مناسبة للزراعة.

وهنالك التربة المزيجة **Loam** التي هي عبارة عن مكونين أو أكثر من المكونات الأربعة السابقة، وبالتالي تدمج الخواص الجيدة من كل نوع.وعلى سبيل المثال تكون التربة المزيجية ذات تهوية جيدة بفعل الرمل، وتستطيع الحفاز على الماء والمعادن بفعل التربة الطينية، وعادة ما يكون فيها كمية مناسبة من الدبال(٥- ٢٠ بالمائة أو أكثر).

والتربة المثالية للنباتات هي التي تحتوي على ٣٠ بالمائة رمل و٤٠ بالمائة غرين و٢٠ بالمائة طين.

يستخدم علماء البيئة عدة طرق لتحديد قوام التربة **Soil texture**، وتتمثل أبسطها في طريق التحليل الميكانيكي للتربة،حيث تجفف عينة من التربة بفرن حراري عند درجة حرارة ١٠٥- ١١٥ درجة مئوية لمدة تتراوح ما بين ٢٤- ٤٨ ساعة.بعدها يمكن فصل الأحجام المختلفة لدقائق التربة، ويوزن التراب، وتحسب نسبته المئوية من وزن العينة الكلي.وبعد حساب النسبة لكل مكون من مكونات التربة نستطيع تحديد نوعها بالرجوع إلى مقياس عالمي ثابت يبين قوام التربة.

لقوام التربة أهمية بيئية قصوى، نظراً لأن حجم الدقائق السائد في أي بقعة لابد وان يكون له أثر كبير على نباتات وحيوانات هذه البقعة، حيث نجد ان التربة الأقل خشونة تسمح لجذور النباتات ان تخترق الطبقة التحتية بسهولة أكثر، وتسهل عمل الحيوانات الثاقبة للتربة **Burrowing animals**.

ويعتبر مقد التربة **Soil profile** وعمقها **Soil depth** من أهم المميزات التي تميز أنواع التربة عن بعضها. ويتوقف عمق التربة على مجموعة واسعة من الظروف الكيميائية والحيوية والفيزيائية داخل المنطقة.وتعد المادة الترابية غير المتصلبة مهمة في تحديد الغطاء النباتي، وتباعاً لذلك الحيوانات الموجودة في المنطقة.

علماً بأن علماء التربة قسموا أشكال التربة حسب عمقها بصورة تقريبية. ويجب التفريق بين العمق الفيزيائي والعمق الفسيولوجي للتربة، حيث توصف التربة بأنها عميقة رغم أنها قد تكون ضحلة فسيولوجياً نظراً لوجود طبقات رقيقة من كاربونات الكالسيوم التي تؤدي إلى إندفاع الماء الباطني إلى سطح التربة مما يمنع الإستعمال الكامل للتربة المتاحة لجذور النباتات أو كائنات التربة الأخرى.

٥-المغذيات الأولية (الأملاح المعدنية) Biogenic salts

الأملاح المعدنية من العوامل اللاحياتية، وهي تعتبر من العوامل البيئية المحددة لتوزيع الكائنات الحية، وبشكل رئيسي للنباتات.وقد بني العالم البيئي في الحد الأدنى اعتماداً على المغذيات الأولية. والمعروف ان النيتروجين والفسفور لهما أهمية كبيرة من الناحية البيئية، حيث يشكلان الهيكل التركيبي للكائنات الحية(النتروجين ضروري لبناء الأحماض الأمينية، وبالتالي البروتينات، والفسفور ضروري لبناء العظام، ويدخل في تركيب الأحماض النووية وحاملات الطاقات)، ويليهما: البوتاسيوم، والكالسيوم، والكبريت، والمغنيسيوم.

بالنسبة للكالسيوم، الرخويات تحتاجه بشكل دائم لصناعة أصدافها، ولابد من وجوده في طعامها.وكذلك النباتات، فهي تحتاج المغنيسيوم لصناعة الكلوروفيل، فلابد من وجوده في التربة.وهذه الأملاح المعدنية التي تحتاجها النباتات والحيوانات بكمية كبيرة، تسمى المغذيات الرئيسية **Macronutrients**.

وهناك بعض المغذيات التي تحتاجها الكائنات الحية بكميات بسيطة، وتسمى **Micronutrients**، لكن عدم توفرها في التربة قد يؤدي إلى عدم الإنبات،أو ظهور أعراض مرضية على النباتات. وهذه المغذيات هي الحديد، والمنغنيز، والنحاس، والزنك، والبورون، والصوديوم، والمولبيديوم، والكلور، والكوبالت.وهناك اليود الذي تحتاجه الحيوانات الفقارية.

وهذا التقسيم للعناصر الغذائية ليس تقسيماً حاداً، بل يتداخل أحياناً، فمثلاً تحتاج الفقاريات الصوديوم والكلور أكثر من احتياج النبات لهما.ومعظم هذه المغذيات الثانوية تقوم بعمل مشابه للفيتامينات أو تعمل كمنشطات معدنية وذلك عند إرتباطها بمركب عضوي.ومثال على ذلك يدخل الكوبالت في تركيب فيتامين **B١٢** ، ويعتبر الموبيلديوم ضروري جداً للبكتريا والطحالب الخضراء المزرقة، التي تثبت النتروجين، ونقصه يعتبر عاملاً محدداً للنبات.

٦-ومن العوامل البيئية الأخرى:

الرياح **Winds** والغازات الجوية **Atmospheric gases** (كالأوكسجين وثاني أكسيد الكاربون) والنار **Fire** والمناخ الدقيق **Microclimate** والكواشف البيئية **Ecological indicators** لا مجال للخوض في جميعها الآن..

الكواشف البيئية **Ecological indicators**

تستخدم بعض أنواع الكائنات الحية ككواشف تدل على طبيعة أو ظروف البيئة المحيطة بها، ويكون ذلك إما بدليل وجودها أو غيابها أو شكلها أو وفرتها.فمثلاً تنمو نباتات من الجنس أستراغالس **Astragalus** مرتبطة بالسيلينيوم، وهو معدن من المعادن الموجودة في التربة والتي تتواجد بصورة عامة في رسوبيات اليورانيوم أو قريبة منها.وهكذا تستخدم هذه البناتات للإستدلال على مكامن خام اليورانيوم.وقد دلت

الدراسات على ان تواجد الصنوبر **Pinus** والعرعر **Juniperus** فوق مصادر اليورانيوم يؤدي إلى إحتواء أغصانها الهوائية على تراكيب عالية من اليورانيوم.ويمكن الاستدلال على ذلك عن طريق جمع كمية من الأوراق وحرقها وفحص رمادها، فإذا كانت النسبة جزئين (٢ جزيئ) بالمليوم، فان اليورانيوم قابل للإستغلال تجارياً. وغالباً ما يستخدم نبات البرعم الأحمر **Cercis canadensis** كدليل على وجود الدولوميت (كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم).

ويعد وجود البكتريا القولونية **E.coli** (وهي من الكائنات الدقيقة التعايشية في أمعاء الإنسان والحيوان) في الماء دليلاً على تلوثه بالبراز .فإذا فاق عدد البكتريا المذكورة معايير معينة في بحيرة بركة، تمنع السباحة فيها.وتستخدم أيضاً الطحالب لنفس الغرض، حيث تدل على التلوث بالمجاري العامة،الذي يؤدي إلى ظاهرة الإثراء الغذائي **Eutrophication**، فازدهار الطحلب الأخضر **Chlorela** يدل على التلوث.كما يدل الطحلب الأخضر المزرق **Anabaena** على تلوث أكثر خطورة.ويوجد الكثير من الأنواع النباتية، التي تدل على المناطق الجافة أو الرطبة أو المناطق الساحلية، وتدل بعض النباتات على أنواع التربة أو ملوحتها، وتدل أنواعاً أخرى على المناخ السائد في المنطقة.

وهناك طراز أخر من الكواشف البيئية وهو ظهور أعراض مرضية معينة مرتبطة ببيئة معينة أثرت على نبات أو حيوان.فتكون بعض أنواع النباتات تقرحات أو بقع استجابة لملوثات هوائية معينة.مثلاً تدل علامات بين عروق أوراق البنفسج على تراكيز عالية من ثاني أكسيد الكبريت.ويدل ظهور علامات بيضاء صغيرة على نباتات التبغ على مستويات عالية من الأوزرون في الهواء، بينما يدل إختفاء الأشنات على التلوث الهوائي بنسب عالية من الكبريت في الهواء.

العوامل المحددة **Limiting factors**

من المفاهيم الأساسية في علم البيئة أن لكل نوع من الكائنات الحية ظروفاً طبيعية (عوامل عير حية) يعيش فيها قد لا تشبه ظروف الأنواع الأخرى.فالفيل والنخيل تعيش في البيئات الدافئة نسبياً.والنباتات الخضراء لا تعيش دون ضياء، ونباتات الظل لا تفضل أشعة الشمس المباشرة. إلى غير ذلك من الأمثلة. ولقد دلت التجارب على وجود ما يسمى الظرف أو العامل الأمثل **Optimum** ، وهو مقدار العامل الذي يؤمن الحياة المثلى لذلك الكائن، حتى إذا تدنى هذا العامل أو ارتفع أصبحت حياة الكائن في كرب. لكنه لن يموت إلا إذا كان التغير ي العامل تغيراً جذرياً زيادة أو نقصاناً.

إن العامل المحدد هو ذلك العامل الفيزيائي أو الكيميائي أو الحيوي، الذي يؤدي إلى إعاقة كبيرة في نمو الكائن نمواً طبيعياً حتى مع توفر جميع المغيرات الأخرى اللازمة لعيش ذلك الكائن.ومن أمثلة العوامل المحددة غير العضوية الماء نقصاناً أو زيادة،إذ لا تنمو الكثير من أنواع النباتات إذا قلت نسبة المياه في التربة..ويمكن ان تتعدد العوامل الواقعة خارج مدى التحمل الأمثل فتتظاهر مسببة إجهاداً كبيراً للكائن الحي قد يصل إلى الموت.وتسمى مثل هذه الحالات بالتأثير المتدائب **Synergistic Effects** ، وخير مثال عليها مجموعة الملوثات التي تؤثر على الكائن الحي فتجعله عرضة للمرض أو الهلاك.

مستويات التحمل **Tolerance levels**

من المعروف، ان لكل كائن مدى تحمل يخصه،كما أن بعض الأنواع تتمتع بمدى أوسع أو مدى أضيق من غيرها. وبحسب قانون ليبيج للحد الأدنى **Liebig´s law of Minimum** ، الذي وضعه عالم الكيمياء العضوية الألماني جوسوس ليبيج في عام ١٨٤٠،من خلال دراساته على المحاصيل النباتية،فانه يوجد لكل كائن حي متطلبات محددة لابد من توفر الحد الأدنى منها على الأقل حتى يستمر نموه وتكاثره.

ويندرج تحت قانون التحمل بعض المبادئ الأساسية في علم البيئة وهي:

١- ان لكل كائن حي مدى تحمل للظروف البيئية المتعددة، كدرجة الحرارة والرطوبة والضوء..الخ.وقد يكون هذه المدى ضيق **Stenoecious** أو واسع **Eurioecious** .

٢- وقد يكون أحد الكائنات الحية واسع التحمل لعوامل معينة وضيق التحمل لعوامل أخرى.

٣- الكائنات الحية التي لها مدى تحمل واسع لمجمل الظروف البيئية المحيطة تكون واسعة الإنتشار.

٤- لا تعيش الكائنات الحية في الوضع الطبيعي في الظروف المثالية من مجال التحمل، وذلك لأن تأثيرات العوامل البيئية تتداخل مع بعضها.

٥- مرحلة التكاثر في الكائن الحي هي المرحلة الحرجة التي تحتاج لظروف بيئية قريبة من الحد المثالي. لذا نجد ان تكون البذور والأجنة والطلائع النباتية واليرقات لا يكون إلا في فترات معينة من السنة تحت الوضع الطبيعي وذلك لعدم إستمرارية الظروف المثالية على مدار السنة.

ويتبـاين مـدى التحمـل والظـروف المثلـى للنـوع الواحـد، وخصوصـاً إذا تواجـد هـذا النوع فـي مدى جغرافـي واسـع، وذلك بسبب ظهور تراكيب جينيـة عن طريق الإنتخـاب الطبيعي والتكيف.

الإتزان الطبيعي للجماعات

مـا ينطبـق علـى التحمل،حيـث لكـل كـائن مـدى تحمـل يخصـه،فان للجماعـات **Communities** رد فعل مختلف تجاه العوامل البيئيـة،وفي معدل إستجابتها للظروف البيئية. فهناك بعض الجماعات التي تستجيب بسرعة للظروف الإيجابية، كتوفر الغذاء مثلاً، وتتأثر بشدة بالظروف البيئية السلبية، كالجفاف.ومن الأمثلة على هذه الجماعات النباتـات الحوليـة والحشـرات والفئران.وهنـاك جماعـات تكـون أقل اسـتجابة للتغيـرات، فـلا تتأثر معدلات الولادة أو الوفيات أو الهجرة بشكل حاد.ومن الأمثلة على هذه الجماعات الأشجار الكبيرة والحيوانات الثديية الكبيرة.

وأمـا الـنظم البيئيـة فتمتلـك قـدرة ذاتيـة علـى البقـاء **Persistence** تحـت ضـغط التغيرات المحيطة.

وهنــا قــد يمــارس النظــام البيئــي دوره بطـريقتين لتحقيـق العـودة إلــى الاتــزان الطبيعي:

١-المرونة البيئية **Ecological reilience**

وهي القادرة على امتصاص التغيير، ومن ثم البقاء، ومن ثم العودة إلى الوضـع الطبيعي عند تحسن الظروف. ومن هذا المفهوم نستنتج بان تأرجح الجماعات السكانية تحـت تـأثير تغييـر معين لا يعنـي ان النظـام البيئـي قد انـتكس، بـل ان أمامـه فرصـة فسترداد عافيته إذا كانت الأفراد التي يتألف منها النظام البيئي متكيفة ومرنة .

٢-المقاومة البيئية **Ecological resistance**

وهي قدرة النظام البيئي على مقاومة التغيير بأقل ضرر ممكن. وتنتج المقومة من مكونات النظام البيئي نفسه.وعادة ما يمتاز النظام البيئي المقاوم بقدرة حيوية عالية وبطاقة مخزونة تساعد على البقاء فيستطيع نظام الغابات، مثلاً، أن يقاوم درجات الحرارة المرتفعة، والمنخفضة، وكذلك الجفاف، وانتشار الحشرات الفصلي، وذلك لتمكن هذا النظام من استخدام الطاقة المخزنة في أنسجته لاستدراج عافيته.

مَن هي القوانين الإيكولوجية **Ecological Rules** ؟

تخضع الطبيعة لقوانين وعلاقات معقدة تؤدي في نهايتها إلى وجود إتزان بين جميع العناصر البيئية حيث تترابط هذه العناصر بعضها ببعض في تناسق دقيق يتيح لها أداء دورها بشكل وبصورة متكاملة. فالتوازن معناه قدرة الطبيعة على إعالة الحياة على سطح الأرض دون مشكلات أو مخاطر تمس الحياة البشرية ومعنى هذا ان المواد التي تتكون منها النباتات،مثلاً،يتم امتصاصها من التربة، ليأكلها الحيوان الذي يعيش عليه الإنسان. وعندما تموت هذه الكائنات تتحلل وتعود إلى التربة مرة أخرى. وبذلك،فالعلاقة متكاملة بين جميع العناصر البيئية.وتكون أشعة الشمس، والنبات، والحيوان، والإنسان، وبعض مكونات الغلاف الغازي، في اتزان مستمر. وخير من يجسد ذلك هو دورات بعض المواد،التي تدخل وتسري في المكونات الحياتية والطبيعية، ثم ما تلبث أن تعود إلى شكلها الأصلي. وهذا ما يحصل للكربون والنيتروجين والفسفور والكبريت والحديد وغيرها من المواد والمعادن، التي تسير في دورات مغلقة، وما تلبث ان تتحول من شكل إلى آخر، مجسدة القانون المعروف: المادة لا تفنى ولا تستحدث، وإنما تتحول من شكل إلى آخر في سلسلة طويلة تغذي بها الحياة على سطح الأرض..

إن الأرض تعتبر بيئة الحياة الكبرى، حيث لم يتوصل الإنسان بعد إلى كشف وجود أي شكل من أشكال الحياة في أي مكان غير الأرض.وقد شاءت إرادة الخالق ان يجعل هذه الأرض للإنسان بساطاً، ويوفر له فيها كل أسباب الحياة، ويقدر له فيها من الأرزاق ما يفي بحاجاته وحاجة كل الأحياء التي على ظهرها، بدءأ بالكائنات الدقيقة، وانتهاء بالإنسان ذاته، كما سخر الخالق الشمس والقمر، دائبين، وأرسل الرياح والسحاب، وأنزل من السماء ماءا عذباً طهوراً، أحيا بها النبات والحيوان والإنسان– حلى حد تعبير الأستاذان رشيد الحمد ومحمد صباريني. وكل هذه النعم وغيرها، مما لا يعد ولا يحصى، يجري بانتظام ودقة متناهية، وفقاً لثلاثة قوانين طبيعية ثابتة، تعرف بالقوانين الأيكولوجية **Ecological Rules وهي:**

قانون الاعتماد المتبادل، وقانون ثبات النظم البيئية، وقانون محدودية موارد البيئة.

١-قانون الاعتماد المتبادل

ان الأرض، وهي كوكب الحياة، مليئة بصور متنوعة من الحياة، متباينة في أشكالها وأحجامها وأنواعها وأنماط معيشتها.وتعتمد هذه الأحياء كلها بعضها على بعض في علاقة توصف بالآكل والمأكول.فهناك الأحياء المنتجة للطعام (المنتجات **Producers**).وقد تكون هذه المستهلكات اَكلة للأعشاب (مثل الأرانب والغزلان والمواشي) أو اَكلات اللحوم (القطط والنمور والأسود) أو اَكلات للأعشاب واللحم (الإنسان).

وتأخذ العلاقات الغذائية صورة سلاسل غذائية، بحيث ينتقل الغذاء من المنتج إلى المستهلك الأول فالثاني فالثالث، وهكذا، تبعاً للبيئة التي تستوطنها الأحياء.ففي بيئات اليابسة، تكون عادة قصيرة، وتتكون من حلقة أو أثنين (أعشاب، حشرات، طيور اَكلة حشرات)

.أما في الماء فإن سلاسل الغذاء عادة ما تكون طويلة الحلقات. على ان العلاقات الغذائية بين الأحياء تكون متداخلة وتأخذ صورة شبكة الغذاء التي تعطي المستهلك الكثير من فرص الاختيار. وبالمقارنة ما بين أعداد المنتجات وأعداد المستهلكات في كافة مستوياتها، نجد ان المنتجات أكثر عدداً من المستهلكات في المستوى الأول، وهذه أكثر عدداً من المستهلكات في المستوى الثاني، وهكذا، يتدرج العدد انخفاضاً ليأخذ شكل اليوم، في ظاهرة طبيعية تحفظ للكائنات الحية توازونها.

٢- قانون ثبات النظم البيئية

من المعروف أن المحيط الحيوي نظام كبير الحجم، كثير التعقيد، متنوع المكونات، محكم العلاقات، يتميز بالاستمرارية والتوازن.وهذا النظام الكبير يتألف من مجموعة كبيرة من النظم البيئية الأصغر فالأصغر.ويقصد بالنظام البيئي تلك الوحدة الطبيعية التي تتألف من مكونات حية وأخرى غير حية تتفاعل فيما بينها أخذاً وعطاءاً مشكلة حالة من التوازن الديناميكي أو المرن.ومن أمثلة هذه النظم البيئية: الصحراء والمنطقة العشبية(السافانا) والمنطقة القطبية والغابات والأرض المزروعة والمناطق المائية، وغيرها.

وهذه الأنظمة البيئية، وغيرها الكثير، أنظمة مرنة الأتزان، دائمة التغير من صورة لأخرى. وهذا التغيير في الأنظمة البيئية قد يكون سريعاً ومفاجئاً، وقد يكون بطيئاً ومتدرجاً، بحيث لا يمكن ملاحظته.وعليه فان الأنظمة البيئية في تغير مستمر، وكل نظام بيئي يهيئ الظروف لنظام لاحق، وعندما يحدث تغير ما (انخفاض معدل المطر إلى اللحد الأدنى) في نظام بيئي ما(الصحراء) فان هذا النظام البيئي يصاب بالاختلال (أعشاب قليلة وبالتالي مجاعة لآكلات العشب) مما يدفع بالنظام البيئي إلى

أخذ صورة اتزان جديدة(عدد أقل لآكلات العشب). وهكذا كلما حدث تغير في مكون أو أكثر من مكونات النظام البيئي فانه ينتقل من صورة الاتزان إلى صورة أخرى، أي ان الاتزان في النظام البيئي ديناميكي مرن وليس ثابتاً،إنما الثابت هو النظام البيئي نفسه.وسنعود للنظام البيئي من جديد بعد قليل.

٣- قانون محدودية موارد البيئة

أشرنا إلى ان البيئة بمفهومها الشامل هي ذلك الإطار الذي يحيا فيه الإنسان، ويحصل منه على مقومات حياته، ويمارس فيه علاقاته مع بني البشر.وتمثل مكونات هذا الإطار موارد متاحة للإنسان يستخدمها لاستمرار حياته، وللقيام بنشاطاته العملية والاقتصادية المختلفة.غير ان هذه الموارد محدودة ولن تبقى إلى ما لانهاية، وهو ما يستلزم إيقاف الاستنزاف الجائر والاستخدام العشوائي لهذه الموارد.

ان ما يجري من تدمير للموطن البيئي للنبات والحيوان ولاسيما في المناطق الاستوائية إنما يقود الكثير من أنواع الكائنات الحية إلى الانقراض كل عام. وينتج التلوث أساساً من تدخل الإنسان في قوانين البيئة التي سنها الخالق عز وجل وإخلاله بتوازن عناصرها ومكوناتها، وكانت للثورة الصناعية والعلمية والطفرة الحضارية الكبيرة التي يعيشها الإنسان في هذا العصر آثار مدمرة على البيئة فبدلاً من ان يستفيد الإنسان من التطور العلمي ونمو التكنولوجيا لتحسين نوعية حياته وصيانة البيئة والمحافظة عليها أصبح الإنسان ضحية لهذا النمو الذي افسد البيئة وجعلها في كثير من الأحيان غير ملائمة لحياته بتلويثه للماء والهواء والتربة والغذاء وستكون العواقب وخيمة ما لم نعكس هذا التوجه لمصلحة الكون. فالنمو السكاني والفقر والجهل والممارسات الزراعية الرديئة هي العوامل التي عرضت الموارد المائية للخطر، وسيتعرض العالم إلى نقص حاد في هذه الموارد ما لم تتخذ خطوات مناسبة في القريب العاجل.

وقد أظهرت أحدث دراسة صادرة عن «شبكة الأثر البيئي العالمية» أن البشرية استهلكت مجموع الموارد المتجددة لهذا العام، حتى وصلت نسبة العجز البيئي إلى قرابة ٣٠ في المائة، بمعنى ان الإنسانية تستهلك راهناً أكثر من قدرة الكوكب الأزرق على تجديد موارده بنحو الثلث. وبحسب المهندس منير العوامي– منسق برنامج «المدرسة الإلكترونية العالمية للتنمية المستدامة والتوعية البيئية» في السعودية فإن البيئة ستأخذ أكثر من سنة وثلاثة أشهر لإعادة ما استهلك في سنة.وأوضح العوامي أن العجز البيئي العالمي يشير إلى أن البشرية تبدأ مرحلة العجز في رصيد الائتمان البيئي من الآن ولغاية نهاية هذا العام.

توازن النظام البيئي واختلاله

أسلفنا بان البيئة نظام كبير معقد، يتكون من مجموعة من العناصر (حية وغير حية) تتفاعل فيما بينها، مؤثرة ومتأثرة، تحكمها علاقات أساسية، تحفظ لها تعقيدها ومرونة إتزانها.وتتكون البيئة من مجموعة من الأنظمة الأصغر، تجري مكوناتها في سلاسل ودورات طبيعية تحفظ لها أيضاً التعقيد ومرونة الاتزان.وهكذا، فان أهم ما يميز البيئة الطبيعية هو ذلك التوازن **Homeostasis** القائم بين عناصرها المختلفة، فلو أن ظروفاً ما أدت إلى أحداث تغيير من نوع ما في أحدى هذه العناصر، فانه بعد فترة قصيرة قد تؤدي بعض الظروف الطبيعية الأخرى إلى تلافي اَثار هذا التغيير. ومن أمثلة ذلك ان النار إذا دمرت جزءاً من إحدى الغابات، فانه بعد عدة أعوام قليلة تعود هذه الأرض التي احترقت أشجارها إلى طبيعتها الأولى، فتنمو بها الحشائش والأعشاب، ثم سرعان ما تكتسي بالأشجار الباسقة مرة أخرى. ويرى العلماء ان هذا التوازن شيء حقيقي وقائم فعلاً بين العناصر المكونة للبيئة، يعبرون عنه باسم النظام البيئي **Ecosystem** ، وهو نظام متكامل يعيش فيه كل المساهمين في توازن تام،

ويعتمد كل منهم على الأخر ي جزء من حياته واحتياجاته، ويقوم كل منهم بمهمته في هذا النظام خير قيام، إذا ما أتيحت له الفرصة كاملة

إن توازن أو إتزان مجموعة الأنظمة البيئية الموجودة في الكرة الحية أمر ضروري لاستمرارية الحياة.واتزان النظام البيئي يعني التوازن في مجمل الدورات الغذائية الأساسية والمسالك المتداخلة للطاقة داخل نظام بيئي ما، وهذا يتطلب ان تكون جميع نواحي عمل النظام البيئي باتزان. ولذا لابد ان يكون هناك توازناً بين الإنتاج والاستهلاك والتحلل داخل النظام.

ويوجد الاتزان في جميع مستويات التنظيم الحيوي، فلو أخذنا اتزان داخل الفرد، فنلاحظ ان هناك انتظاما للعمليات الجسدية والوعائية والأيضية عن طريق تنظيم نبضات القلب والتنفس ودرجة حرارة الجسم.كما يوجد هناك تداخل وتآزر بين الضبط العصبي والهرموني في النمو والتكاثر والسلوك. لذا فالفرد قادر على مقأومة التغيرات البيئية الناتجة عن الوسط المحيط.

وتوجد الأنظمة البيئة المتوازنة حولنا في كل مكان. ومن أمثلتها: البحيرات والغابات والبحار .فكل منها يمثل بيئة منفصلة قائمة بذاتها تعيش مكوناتها معاً في توازن تام.وإذا أخذنا مفهوم الاتزان على مستوى النظام البيئي فإننا نبحث في مدخلات **Inputs** بيئية تأتي من الوسط المحيط، كالطاقة الشمسية، وثاني أكسيد الكربون، والأوكسجين، والماء، والعناصر الغذائية. ومخرجات **Outputs** بيئية تطرح في الوسط المحيط،، وتشمل: الأوكسجين، وثاني أكسيد الكاربون، والماء، وعناصر غذائية، وطاقة حرارة مفقودة من عملية التنفيس. وحتى يتحقق الاتزان يجب ان يتوفر شرط التعادل في معدل دخول المدخلات وخروج المخرجات.

ويتحقق الاتزان في عمليات التنظيم داخل المجتمعات النباتية والحيوانية عن طريق:

التغذية الراجعة **Feedback mechanism**

والتنظيم الذاتي **Self- regulation**

كمثال على مفهوم التغذية الراجعة، هو النشاط العضلي، الذي يزيد من تركيز ثاني أكسيد الكربون ويقلل من مستويات الأوكسجين في الدم، وهذا يحفز الإسراع في نبضات القلب ومعدلات التنفس، مما يساعد على طرد ثاني أكسيد الكربون **CO_2**، وأخذ الأوكسجين من الهواء، وعندما تعود مستويات الأوكسجين **O_2** و **CO_2** إلى وضعها الطبيعي العادي، تعود أيضاً معدلات نبض القلب والتنفس إلى الوضع العادي.وهكذا يبقى النظام في توازن ذاتي يعتمد على التغذية الراجعة لكي يسد احتياجات الفرد الأيضية.وما حصل هنا هو تراكم للمخرجات في داخل الجسم (حالة تغيير) مما أدى إلى زيادة معدل دخول المدخلات للسيطرة على هذا التغيير، وتستمر التفاعلات الأيضية ويستمر طرد المخرجات حتى يتعادل معدل دخول المدخلات مع طرح المخرجات.

إن سر استمرار الإتزان البيئي هو قدرة البيئة الطبيعية على إعالة الحياة على سطح الأرض دون مخاطر أو مشكلات تمس الحياة البشرية. ويعني ذلك إن عناصر البيئة تتفاعل وفق نظام معين يطلق عليه النظام البيئي **Ecosystem** وهو عبارة عن ما تحتويه أي كنطقة طبيعية من كائنات حية ومواد غير حية بحيث تتفاعل مع بعضها البعض ومع الظروف البيئية، ومت ينتج من تبادل بين كل من المكونات الحية وغير الحية. ومن أمثلة النظم البيئة الغابة والبحر والبحيرة، وخلافه،أي أن هناك نظم بيئية أرضية ونظم بيئة مائية، وللإنسان (كأحد مكونات النظام البيئي) مكانة خاصة نظراً

لتطوره الفكري والنفسي، فهو المسيطر إلى حد ملموس على النظام البيئية ويتوقف عليه المحافظة على النظام البيئي وعدم استنزافه بحسن تصرفه.

ويوجد اتجاه اَخر من قبل المدرسة الأساسية البيئية لبحث ظاهرة الأتزان عن طريق دراسة مكونات النظام البيئي والسلسلة الغذائية، حيث يبرز علماء البيئة هنا سلبية اختفاء النوع أو الأنواع من السلسلة الغذائية والتي تعتبر على حد رأيهم من العوامل التي تدفع بنظام متزن إلى حالة عدم الاتزان.

ووجهة النظر هنا إن النظام البيئي المتزن هو النظام الذي تكون مكوناته الحياتية (بشكل خاص) متكاملة إلى أقصى حد.وأن اختفاء أو انقراض أو هجرة الأنواع نتيجة للملوثات أو التعدي على مساحات الطبيعة بسبب العمران والصناعة، هو من مسببات اختلال التوازن البيئي، حيث أن لكل نوع وظائفه المختلفة في السلسلة البيئية، عدا عن دوره في عملية نقل الطاقة من مستوى إلى اَخر.فاختفاء النوع أو الأنواع يحدث فجوة(فراغ) في البيئة من شانها ان تعطل مسار الطاقة الطبيعية، وبفقدان الطاقة أو تشتتها يعتبر العلماء إن النظام غير متكامل، وبالتالي غير متزن.ولعل هؤلاء العلماء هم الأوائل الذين ارسوا فكرة إعادة توطين الأنواع في بيئتها الطبيعية حتى تسير الطاقة وتتدفق بشكل طبيعي ويعود النظام البيئي إلى اتزانه الطبيعي.

والتوازن القائم بين مختلف عناصر البيئة توازن دقيق، ويمكن ملاحظته في كثير من الأشياء التي تقع حولنا، فيمكن ان نرى هذا التوازن مثلاً في دورة الكربون.فيقوم النبات بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء الجوي، ويستخدمه في صنع ما يحتاجه من غذاء.ويطلق على هذه العملية عملية البناء الضوئي، وفيها ينطلق غاز الأوكسجين كناتج ثانوي. وتقوم عناصر الاستهلاك باستخدام غاز الأوكسجين في

عملياتها الحيوية وفي الحصول على الطاقة اللازمة، وتطيق بدورها غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء لتستخدمه بعد ذلك عناصر الإنتاج مرة أخرى، وهكذا دواليك.

بيد ان الاتزان في النظام البيئي يتسم بعدم الثبات، نظراً للتغيرات المستمرة التي تتناول عاملاً أو أكثر من العوامل الداخلية في بناء النظام. والتوازن الطبيعي في البيئة هو في الواقع توازن ديناميكي يتصف بالمرونة التي تحفظ للنظام وحدة وتكاملاً في صورة ما..إن الإخلال في التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية ليست مشكلة مستقلة من المشكلات البيئية الرئيسية (زيادة السكان والتلوث واستنزاف الموارد) بل إنها في الواقع نتيجة لهذه المشكلات.فالزيادة السكانية مثلاً تسبب في زيادة الفضلات التي تلقى في النظام البيئي، كما إنها تؤدي إلى استهلاك كميات كبيرة من موارده. ومن ذلك يظهر ان الإخلال في التوازن الطبيعي قد ينتج من الزيادة في السكان والزيادة في الفضلات المطروحة والزيادة في استهلاك الموارد.إلا ان الزيادة الصغيرة في السكان لا تحدث مشكلات تخل في التوازن الطبيعي للنظام البيئي.فعندما يقيم مثلاً ١٠٠ شخص في ١٠ كم على طول جدول مائي فان إلقاءهم للفضلات في هذا المجرى قد لا يسبب مشكلة ما لأن العوامل الطبيعية للتطهير (الأسماك والبكتريا وغيرها) تستطيع معالجة هذه الفضلات بسهولة. وبمعنى أخر فان الفضلات المطروحة في الجدول (وهو نظام بيئي مائي) هي في حدود قدرته الاستيعابية دون إخلال في توازنه الطبيعي. ولكن عملية التطهير الطبيعية قد تختل لو أن هؤلاء السكان قد ازدادوا إلى ١٢٥ مثلاً.. وهكذا بالفعل هو ما يحصل على نطاق كبير لموارد المياه في البيئة ككل..ان ظاهرة نمو المدن تتزايد في اطراد ونمو سكان الحضر يفوق نسبة التزايد السكاني وهذا بلا شك يوسع مدى التدخل في الأنظمة البيئية معاً.

ويمثل الإنسان أحد العوامل الهامة في النظام البيئي، بل هو يعتبر من أهم عناصر الاستهلاك التي تعيش على سطح الأرض.ولذلك فان الإنسان إذا تدخل في هذا التوازن الطبيعي دون وعي أو تفكير أفسد هذا التوازن تماماً.ولقد استرعى انتباهه ان العوامل الطبيعية التي يعيش فيها تتعرض بين الحين والآخر للتلوث، مما يعود بالضرورة على حياته وحياة الكائنات الأخرى التي تشاركه فيها. وقد أصبح الإنسان مشكلة البيئة فعلاً، فهو لم يترك نظاماً بيئياً دون أن يقتحم معاقله، بل لم يترك مكوناً من مكونات البيئة دون تعديل أو تغيير..يضيف يومياً آلاف الأطفال إلى "مستوطنة" محدودة المساحة، ومحدودة الموارد، وفي هذه " المستوطنة" يطرح سموماً تلوث الماء والهواء والغذاء والتربة، مما يجعل العيش فيها غير مريح.لقد تدخل الإنسان بكا ما أوتي من قدرات بيولوجية فذة بالنواميس والقوانين الطبيعية التي تحكم العلاقات والتفاعلات والدورات في الأنظمة البيئية، مؤذياً بذلك قدراتها على التجدد والاستمرار والتوازن.. البيئة تتظلم وتشكو من صنوف الأذى التي تلحق بها من تصرفات إنسان وممارساته .

أبرز المشكلات البيئية الراهنة

يتفق الخبراء البيئيون بأن المشاكل البيئية الراهنة، التي تستلزم حلولا ومعالجات عاجلة،هي كثيرة، وشائكة ومعقدة، وبخاصة التلوث البيئي بشتى أنواع الملوثات والسموم البيئية،وتداعياته الخطيرة، تقابلها،في العديد من دول العالم، وبضمنها العالم العربي، إجراءات علاجية دون المستوى المطلوب. ويقر الجميع بالحاجة الماسة لخلق تربية بيئية، ووعي بيئي، وثقافة بيئية لدى عامة الشعب لإدراك أهمية البيئة وضرورة المحافظة على مقوماتها، وغرس السلوك الإنساني السليم،بوصفه العامل الأساسي الذي يحدد أسلوب وطريقة تعامل الإنسان، فرداً وجماعة، معها، واستغلال مواردها، بما من

شأنه المحافظة على القوانين التي تنظم مكوناتها الطبيعية وتحفظ توازنها بشكل محكم ودقيق، وإشاعة التعامل معها في ضوء قوانينها الطبيعية وبعقلانية وحكمة في الاستخدام، بعيداً عن الإسراف والتلف واستنزاف الموارد البيئية، بما فيها الموارد الدائمة، والمتجددة، وغير المتجددة، من خلال ترشيد وضبط الاستهلاك، باعتبارها الضمانات الملبية لحاجات الإنسان والإيفاء بمتطلباته عبر الأجيال المختلفة..

ولكي تتحقق هذه المطالب المشروعة، لابد من دراسة المشاكل البيئية القائمة دراسة جدية ومعمقة بغية الوصول إلى معالجات فاعلة.. من هنا،ومع أن المشكلات البيئية سيتم تناولها بالتفصيل في مادة " المشاكل البيئية المعاصرة في العالم"،التي تدرس في الفصل الأول – ماجستير،إلا أننا نجد من المفيد أن نعرف طالب الفصل ألتأهيلي بأبرز هذه المشكلات بشكل مكثف..

المشكلة السكانية

نظراً لوخامة المشكلة،أصبحت المجتمعات البشرية والمؤسسات والمنظمات العلمية البيئية تضع نصب أعينها مشكلة القضية السكانية، وذلك بسبب العلاقة التبادلية الهامة بين السكان ومسيرة التطور الاجتماعي والاقتصادي.وقد أظهرت البحوث العلمية الميدانية في كثير من المجتمعات ان عدم أخذ العامل السكاني بعين الاعتبار في التخطيط التنموي والبيئي سيؤدي إلى حدوث خلل تنموي، بحيث تغدو المجتمعات عاجزة عن تلبية الحاجات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للأفراد.

وللتدليل على خطورة ظاهرة التزايد السكاني العالمي وما يتبعه من عملية استنزاف للموارد،فان عدد سكان العالم يبلغ حالياً أكثر من ٦.٣ مليار نسمة، ومن

المتوقع ان يصل الرقم إلى ١٤.٢ مليار نسمة عام ٢٠٢٥، إذا استمر معدل النمو السكاني الحالي على ما هو عليه، والذي يسأوي ١.٦٧ % سنوياً.

ومن النتائج الناجمة عن معدلات الزيادة السكانية في العالم ارتفاع نسبة فئة الأعمار من ١-٢٤ سنة لتشكل ما مجموعه ٥٠ % من عدد سكان العالم عام ٢٠٠٠، وازدياد معدلات الهجرة من الريف إلى المدينة في الدول النامية، وزيادة معدلات الكثافة السكانية والازدحام في المدن الكبرى.

ومن أهم الأخطار البيئية التي تهددها عملية النمو السكاني العشوائي هي:

١- الاكتظاظ السكاني في المدن وما يتبعه من مشاكل بيئية واجتماعية وصحية.

٢- الهجرة من الريف إلى المدينة مما يتخلى الريف من المزارعين وتتدهور التربة.

٣- توسع المدن والمراكز على حساب الأراضي الزراعية المنتجة.

٤- الاستعمال الخاطئ والعشوائي للمبيدات والمخصبات من قبل المزارعين.

التلوث البيئي:

التلوث هو أخطر تهديد للبيئة ،لما يسببه من أذى وضرر للحياة البشرية، أو لحياة الأنواع الأخرى،أو يضر بالشروط الحياتية والنشاطات البشرية، أو بالمكتسبات الحضارية، وقد يبدد ويقضي على الموارد الأولية. والواقع ان التلوث طال كل شيء في الحياة..

لقد أصبح التلوث مشكلة كبيرة أعطيت الكثير من الاهتمام بالنظر لآثارها السلبية في نوعية الحياة البشرية.فالملوثات تصل إلى جسم الإنسان في الهواء الذي يستنشقه وفي الماء الذي يشربه وفي الطعام الذي يأكله وفي الأصوات التي يسمعها، هذا عدا عن الآثار البارزة التي تحدثها الملوثات بممتلكات الإنسان وموارد البيئة المختلفة.أما استنزاف موارد البيئة المتجددة وغير المتجددة، فهي قضية تهدد حياة الأجيال القادمة.

والمؤسف ان أغلب العوامل المسببة للتلوث هي عوامل من صنع الإنسان، وقد ازدادت بصورة خطيرة مع التقدم الصناعي، ومع التوسع الهائل في استخدام الطاقة، وازدياد مشاريع التنمية الاقتصادية، خاصة تلك التي تجاهلت المسألة البيئية وأهملت حماية البيئة والمحافظة عليها.

فلو دققت بمصادر تلوث الهواء، تجد ما هي إلا مخلفات الصناعية المختلفة- مخلفات احتراق الطاقة (الفحم الحجري، النفط، الغاز)- غازات عوادم السيارات- الإشعاع الذري،المواد الكيماوية المؤدية إلى تآكل الأوزون، الغازات المنبعثة من نشاطات بشرية مختلفة والتي تؤدي إلى تغييرات مناخية وغيرها.

ومن مصادر تلوث المياه:المخلفات الصناعية والبشرية والحيوانية، التلوث الناجم عن الصرف الصحي، الأسمدة والأدوية والمبيدات، وتبديد المياه.

ومن مصادر تلوث التربة:المخلفات الصناعية والزراعية والبشرية، انحسار الغطاء النباتي للتربة،التصحر ،التملح، الانجراف، تدمير الغابات والأشجار، سوء الاستثمار الزراعي للأرض،التوسع العمراني على حساب المناطق الخضراء، دفن النفايات النووية والكيماوية،بقايا الأسمدة الزراعية والمبيدات الحشرية، وغيرها.

وهنالك التلوث الغذائي،وما يسببه من تسمم يقتل الألوف سنوياً، ويخلف العوق لألوف أخرى من البشر.

وكذلك التلوث الصوتي،أو الضجيج، وأهم مصادره: الضجيج المنتشر في التجمعات السكانية والمناطق الصناعية والورش، وإلى جوار المطارات ومحطات سكك الحديد، وغيرها.

وهكذا، فان التلوث ينقسم عموماً إلى: تلوث مادي: مثل تلوث الهواء والماء والتربة.وتلوث غير مادي: كالضوضاء التي تنتج عن محركات السيارات والآلات

والورش والماكينات وغيرها، مما تسبب ضجيج يؤثر على أعصاب الإنسان ويلحق به الكثير من الأذى الفسيولوجي والضرر السيكولوجي، حيث تثير أعصاب الإنسان وتزيد من توتره وهياجه.بالإضافة إلى الضرر العضوي- إصابة جهاز السمع بالصمم أو قلة السمع.

والواقع،أصبح تلوث البيئة ظاهرة نحس بها جميعاً، لدرجة ان البيئة لم تعد قادرة على تجديد مواردها الطبيعية،فأختل التوازن بين عناصرها المختلة، ولم تعد هذه العناصر قادرة على تحلل مخلفات الإنسان، أو استهلاك النفايات الناتجة عن نشاطاته المختلفة.وأصبح جو المدن ملوثاً بالدخان المتصاعد من عادم السيارات، وبالغازات المتصاعدة من مداخن المصانع ومحطات القوى، والتربة الزراعية تلوثت نتيجة الاستعمال المكثف والعشوائي للمخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية.. وحتى أجسام الكائنات الحية لم تخل من هذا التلوث..فكثير منها يختزن في أنسجته الحية نسبة من بعض الفلزات الثقيلة..ولم تسلم المجاري المائية من هذا التلوث.. فمياه الأنهار والبحيرات في كثير من الأماكن أصبحت في حالة يرثى لها، نتيجة لما يلقى فيها من مخلفات الصناعة، ومن فضلات الإنسان، كما أصاب التلوث البحيرات المقفلة والبحار المفتوحة على السواء..كذلك أدى التقدم الصناعي الهائل إلى إحداث ضغط هائل على كثير من الموارد الطبيعية.. خصوصاً تلك الموارد غير المتجددة، مثل الفحم وزيت البترول وبعض الخامات المعدنية والمياه الجوفية، وهي الموارد الطبيعية التي احتاج تكوينها إلى انقضاء عصور جيولوجية طويلة، ولا يمكن تعويضها في حياة الإنسان.ولقد صحب هذا التقدم الصناعي الهائل الذي أحرزه الإنسان ظهور أصناف جديدة من الموارد الكيميائية لم تكن تعرفها الطبيعة من قبل.. فتصاعدت ببعض الغازات الضارة من مداخن المصانع ولوثت الهواء، وألقت هذه المصانع بمخلفاتها ونفاياتها الكيميائية

السامة في البحيرات والأنهار.وأسرف الناس في استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات الزراعية، وأدى كل ذلك إلى تلوث البيئة بكل صورها..فتلوث الهواء.. وتلوث الماء.. وتلوثت التربة، واستهلكت وأصبح بعض الأراضي الزراعية غير قادر على الإنتاج..كذلك ازدادت مساحة الأراضي التي جردت من الأحراش والغابات وارتفعت أعداد الحيوانات والنباتات التي تنقرض كل عام، كما ارتفعت نسبة الأنهار والبحيرات التي فقدت كل ما بها من كائنات حية، وتحولت إلى مستنقعات.

واليوم، يخطئ كل من يعتبر تلوث البيئة هو شأن محلي،أو مشكلة محلية، لآن البيئة في الحقيقة لا تخضع لنظام إقليمي، وإنما هي مفتوحة، وهو ما يجعل التلوث مشكلة دولية، تساهم فيها جميع الدول تأثراً وتأثيراً.ولا أدل على ذلك من تساقط كميات هائلة من ملوثات على كثير من الدول الأوربية عن طريق الأمطار لم تنتج من قبلها، بل نتجت عن مناطق ملوثة، وانتقلت عبر الرياح والمياه ومع الأمطار من بلد إلى أخر. وعادة ما تنتقل الملوثات مباشرة عبر الرياح من مكان ملوث إلى أخر غير ملوث.وهناك مشكلة تلوث مياه الأنهار والمحيطات والبحار،التي أصبحت مشكلة عالمية..وهناك مشكلة تصدير واستيراد المواد الغذائية من مناطق ملوثة وذات تأثير خطير، وتحولها من مشكلة إقليمية إلى مشكلة عالمية.ومشكلة ثقب الأوزون التي تشترك فيها كل دول العالم، وتعتبر من أهم المشاكل البيئية التي يعتبر العالم كله مسئولا عنها، ولا يمكن تدارك مخاطرها،إلا إذا تعاونت كل الدول، متقدمة ونامية، من أجل تقليل الملوثات التي تصل إلى البيئة.

إن العديد من علماء البيئة يجمعون بان الفقراء هم الأداة الأكثر إضراراً بالأنظمة البيئية سعياً وراء العيش والحياة، حيث أنهم يستهلكون ويستعملون ما يقع تحت أيديهم من أجل الحصول على الطاقة أو الغذاء، حيث يتسبب استخدام الحطب والمخلفات

الزراعية والفحم والروث كوقود في الأغراض المنزلية في تلوث كثيف داخل المباني، وهو التلوث الذي تتعرض له في الأغلبية النساء والأطفال.وأدرجت العديد من الدراسات بيانات وإحصائيات تشير إلى ارتفاع نسبة الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي وسرطان الأنف والحنجرة بسبب التعرض لإنبعاثات مثل هذا الوقود.

فقبل عقدين،أكد تقرير لمنظمة الصحة العالمية **WHO** ان البيئة الملوثة تقتل أكثر من ٣٠ ألف شخص يومياً في دول العالم الثالث، وان أكثر من نصف سكان العالم لا يستطيعون الحصول على مياه نقية خالية من الميكروبات، وأن ٦ ملايين طفل في الدول النامية يموتون سنوياً من جراء الإصابة بالإسهال، وان نصف سكان هذه الدول يعانون من مشاكل الديدان الطفيلية. وأكد مؤتمر المدن والعواصم الإسلامية، الذي عقد في القاهرة في أيلول / سبتمبر ١٩٨٦، ارتفاع نسبة الوفيات في العالم نتيجة للتلوث من ٦٠ حالة وفاة عام ١٩٣٠ إلى ٢٠٠٠ حالة وفاة عام ١٩٨٥.

ويؤكد أحدث تقرير دولي نشر في أواخر تشرين الثاني/ نوفمبر ٢٠٠٦، بأن أكثر من ٣ ملايين طفل دون الخامسة من عمرهم يتوفون في كل عام، لأسباب وظروف تتعلق بالبيئة، مما جعل البيئة واحداً من أهم العوامل المهمة في الحصيلة العالمية لوفاة أكثر من ١٠ ملايين طفل سنويا، وهذا جعلها أيضاً عاملا بالغ الأهمية في صحة وعافية أمهاتهم.فان تلوث الهواء داخل الأماكن وخارجها، وتلوث المياه، وأخطار التسمم، ونواقل الأمراض، والإشعاع فوق البنفسجي، وتردي النظم البيئية، جميعُها عواملُ أخطار بيئية هامة بالنسبة للأطفال، وفي معظم الحالات بالنسبة لأمهاتهم أيضاً. وأوضحت الدكتورة ناديا أبو ناصف– استشارية طب حديثي الولادة، وعضو اللجنة المنظمة للمؤتمر العالمي الثالث لصحة الطفل، أن الأخطار البيئية والتلوث في البلدان النامية، بوجه خاص، تكون عوامل إسهام رئيسية في وفيات الأطفال

وأمراضـهم وحـالات عجـزهم بسـبب الأمـراض النفسـية الحـادة وأمـراض الإسـهال والإصابات البدنية وحوادث التسمم والأمراض التي تنقلها الحشرات والعدوى التي تظهر في أوقات الولادة. كما أن وفيات الطفولة وأمراضها الناجمة عن أسباب مثل الفقر وسوء التغذية، ترتبط هي أيضاً بأنماط التنمية غير المستدامة وتدهور البيئات الحضرية أو الريفية.

ومـن أهـم العوامـل الفتاكـة المتصـلة بالبيئـة والتـي تزهـق أرواح الأطفـال **دون الخامسة من عمرهم،هي:**

-الإسهال: يفتك بنحو ١.٦ مليون طفل سنويا، وهو ينجم أساساً عن المياه الملوثة وسوء طرق الوقاية والعلاج.

-تلوث الهواء داخل الأماكن: يقتل قرابة مليون طفل سنويا نتيجة العدوى التنفسية الحـادة، وكذلك الأمهـات اللاتـي يكلفن بـالطبخ أو يبقين قريبـات مـن المواقد بعد الـولادة يتعـرض معظمهـن للإصـابة بـالأمراض التنفسـية المزمنـة، نتيجـة التلـوث باستخدام وقود الكتلة الحيوية الذي لا يزال منتشراً على نطاق واسع.

-الملاريا: تقتل ما يقدر بمليون طفل دون الخامسة في كل عام، ومعظمهم في أفريقيا. ويمكن أن تتفاقم الملاريا نتيجة سوء معالجة المياه وتخزينها وعدم ملائمة المساكن واجتثاث الأشجار وضياع التنوع البيولوجي.

-الإصـابات البدنيـة غيـر المتعمـدة: التـي قـد تـرتبط بأخطـار بيئيـة فـي الأسـرة أو المجتمع، تقتل قرابة ٣٠٠ ألف طفل سنوياً، تُعزى ٦٠ ألف حالة منها إلى الغرق، و٤٠ ألف حالة إلى الحرائق، و١٦ ألف حالة إلى التسمم، و٥٠ ألف حالة إلى

حوادث المرور على الطرق، وأكثر من ١٠٠ ألف حالة تعزى إلى إصابات أخرى غير متعمدة.

-الرصاص (الموجود في الجو) والزئبق (الموجود في الطعام والمواد الكيميائية الأخرى): يمكن أن تُؤدي على المدى الطويل إلى آثار مزمنة مثل العقم والإجهاض وعيوب الولادة.

-المبيدات والمذيبات والملوثات العضوية: قد تؤثر على صحة الجنين، إذا تعرضت الأم لها، كما تتأثر صحة المواليد، الذين تنمو أجسامهم سريعا، بارتفاع مستويات الملوثات في لبن الثدي. وفي بعض الحالات قد لا تظهر الآثار الصحية إلا في مقتبل العمر.

العلاقة بين التنمية والبيئة:

قبل وبعد مؤتمر ستوكهولم

قبل نحو ٤ عقود لم تكن العلاقة بين التنمية والبيئة، بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة، علاقة حميمة، لا بل بالعكس كانت علاقة أقل ما يقال عنها أنها متضادة، حيث كان يتم إنجاز مشروعات التنمية الاقتصادية دون أي اعتبار للبيئة، وفي معظم الأحيان كانت تلك المشاريع سبباً مباشراً للتدهور البيئي، وكان استغلال الإنسان للبيئة ومواردها لرفاهيته دون الالتفات لعواقب استنزافها على النظم البيئية الطبيعية المختلفة،مبرراً إياه بأنه " ثمن التقدم"..حتى حذرت تقارير علمية من مغبة استمرار الوضع في العالم بنفس أنماط ومعدلات ذلك الوقت،الذي سيؤدي إلى استنزاف شبه كامل للموارد الطبيعية،ومع وجود مستويات مرتفعة من التلوث البيئي، ستؤدي إلى كوارث، وإلى تفشي الجوع في مناطق متفرقة من العالم.

وظل هذا الحال سائداً، إلى ان حل العام ١٩٧٢، الذي شهد انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية في العاصمة السويدية ستوكهولم،وإنشاء برنامج الأمم المتحدة للبيئة بعد المؤتمر.وفي العام ١٩٧٢ نشر تقريران مهمان:الأول- صدر عن "نادي روما" بعنوان: " حدود النمو"، والثاني- عن مجلة **The Ecologist** بعنوان: "مخطط للبقاء". الأول قدم سيناريو لمستقبل العالم اعتمد على المتغيرات والتفاعلات بين السكان والإنتاج الصناعي والخدمي وموارد الغذاء والتلوث واستنزاف الموارد الطبيعية.وخلص إلى أنه مع استمرار الوضع في العالم بنفس أنماط ومعدلات ذلك الوقت،فان ذلك سوف يؤدي، خلال مئة عام، إلى استنزاف شبه كامل للموارد الطبيعية وإلى وجود مستويات مرتفعة من التلوث البيئي ستؤدي إلى كوارث، وإلى تفشي الجوع في مناطق متفرقة من العالم.أما التقرير الثاني، فتناول بصورة عامة العلاقات المتشابكة بين الموارد الطبيعية والسكان وأساليب الزراعة المتبعة وحالة البيئة واحتياجات الدول النامية، وخلص إلى أنه ينبغي خفض الاستهلاك في دول الشمال لإتاحة موارد كافية لتنمية دول الجنوب لتفادي إحداث استنزاف الموارد العالمية المحدودة.

إذن،تاريخياً يمثل عام ١٩٧٢ العام المفصلي في تاريخ اهتمام الإنسان بالبيئة، إذ شهد ذلك العام انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية، تحت شعار " نحن لا نملك إلا كرة أرضية واحدة" ، ومنذ ذلك العام لقيت كلمة البيئة رواجاً وانتشاراً في كافة المجتمعات، وبدأ نجمها يسطع شيئاً فشيئاً إلى الحد الذي يعتقد فيه إنها وصلت إلى مرحلة البدر مع أفول شمس القرن العشرين ويزوغ القرن الحادي والعشرين، وأصبحت ألسنة الكثيرين تنطق بها في التعبير عن مفاهيمهم إذا ما تحدثوا عن الانفجار السكاني، والتلوث، والأمن الغذائي، وأزمة المياه، وظاهرة النينو،والأمطار الحامضية، واضمحلال طبقة الأوزون، وغيرها.

ولم يعد خافياً ان المحيط الذي يعيش فيه الإنسان، ويستمد منه كل مقومات حياته، أصبح يتعرض للانتهاك والاستنزاف بصورة سافرة، مما أدى إلى ظهور المشكلات التي أخذت تهدد سلامة الحياة البشرية. ولم يقف الأمر عند هذا الحد، بل ان هذه المشكلات قد تنوعت وتشعبت مع تنويع النشاطات البشرية وتشبيعها، تلك النشاطات التي تتجه للبيئة باستمرار لإشباع العديد من الرغبات والحاجات.وإزاء هذا كله باتت حاجة الإنسان اليوم لفهم المحيط الذي يحيى فيه أكثر من أي وقت مضى، لا بل وجدنا الإنسان مرغماً لدراسة المشكلات البيئية الأكثر إلحاحاً وخطورة، بغية التصدي لها والتخفيف من آثارها. ومن هنا برزت جهود للإحاطة بمشكلة التلوث التي كانت ولا تزال من المسببات الرئيسية للمشكلات الصحية والاجتماعية والاقتصادية.واجهت جهود أخرى لتطويق المشكلة السكانية التي أضحت من أخطر المشكلات التي تواج الإنسان في الكثير من البلدان، وعلى وجه الخصوص النامية منها، كما انصبت جهود أخرى لملاحقة مشكلة الغذاء التي تترك أثار سلبية على كا جوانب الحياة البشرية.واهتمت جهود أخرى بالبحث عن حل لأزمة الطاقة، وغيرها للنظر في أزمة المياه،أو المشكلة البيئية التي باتت ترعب الإنسان وتقلق راحته فتتمثل في طبقة الأوزون التي تمنع وصول أشعة الشمس ذات الموجات القصيرة المهلكة إلى الأرض.

التعمير لا التدمير

كان برنامج الأمم المتحدة للبيئة **UNEP** قد وضع شعار لليوم العالمي للبيئة– الخامس من حزيران عام ١٩٧٧– عنوانه: " أي عالم سوف نتركه لأطفالنا ؟"،أكمله في العام ١٩٧٨ بشعار: "التعمير بلا تدمير !".. والشعاران ينطويان على مغزى كبير،

وكانـت لهمـا رسـالة محـددة،بما يحملانــه مـن معـاني الخيـر والرفـاه لبشـر اليـوم وللأجيال القادمة.

ومنـذ مـؤتمر سـتوكهولم المـذكور زاد التأكيـد علـى ان المكونـات الطبيعيـة للـنظم الإيكولوجيـة تشـكل فـي مجملهـا نظـام الحيـاة الـذي يعتمـد عليـه بقـاء البشـرية وازدهـار مستقبلها.وبذا فـان الاسـتغلال الرشـيد والأمثـل لمعطيـات هذا النظـام هـو بمثابـة صـمام الأمـان لبقـاء مسـتقبل الأجيال.كمـا زاد التأكيـد علـى أنـه يجـب أن لا ينظـر إلـى التنميـة على أنها مجرد معدل النمو في الدخل القومي،أو تراكم رأس المال،وإنما يجب ان تشمل الجوانب النوعية الأخرى، مثل تحسين توزيع الدخل، وتوسيع الخيارات المتاحة للإنسان من فرص العمالة والدخل، واكتساب المعارف، والتربية، والصحة، وعيرها من متطلبات المعيشة الكريمة المادية وغير المادية.بمعنى اَخر زاد التأكيد على التنمية البشرية لأن الإنسان هو هدف التنمية ووسيلتها .

واقترانـاً بذلك،اقترحت خـلال العقدين الماضيين أدلـة عديدة لقياس نوعيـة الحيـاة، منهـا مـثلاً النوعيـة الماديـة لـدليل الحيـاة ودليـل المعانـاة البشـرية.ومؤخراً دليـل التنميـة البشـرية،الذي أدخلـه برنـامج الأمـم المتحـدة للبيئة.وقد ركـزت هـذه الأدلـة علـى الفجـوات المتزايدة بين الشمال والجنوب.فالبلدان الناميـة والتـي يقطنهـا ٧٧ % مـن سكان العالم، تحصل على ١٥ % من دخل العالم فقط.واستناداً إلـى دليل التنميـة البشرية فان حوالي مليـارين مـن البشـر يعيشـون فـي أدنـة مسـتوى مـن التنميـة البشـرية ومعظمهـم مـن أفقـر سكان العالم.

ثمرة الجدل :

إن الجدل حول العلاقات بين البيئة والتنمية يدور منذ فترة غير قليلة. والموضوع معقد،إذ يشمل مسائل اجتماعية واقتصادية وتاريخية وسياسية.. وفي البداية كان من المعتقد ان "المصالح" البيئية لا تتفق وأهداف التنمية، وذلك انطلاقاً من المشكلات البيئية التي كانت تظهر مع مراحل التنمية، كالتلوث والإنجاز السكاني، وبخاصة في البلدان الصناعية.وخيل لكثير من الدول النامية ان الاهتمام بحماية البيئة وتحسينها وتخصيص الموارد لهذا الغرض سوف يقيد استمرار التنمية.وكانت كثيراً ما تنظر إلى حماية البيئة على ضوء التكاليف للمعدات اللازمة لتخفيف حدة التلوث، كما كانت ترى ان المخصصات اللازمة لذلك يمكن ان تستعمل في أغراض تنموية أخرى أكثر إلحاحاً، كالزراعة والصناعة..وغيرهما. كما كان البعض يرى في المحافظة على الموارد الطبيعية محاولة لإبقاء الدول النامية على مستويات دنيا من التنمية، كحديقة خلفية دائمة الخضرة للبلدان المصنعة أو كاحتياطي للموارد الطبيعية.

وتخطى الجدل مرحلته الأولى، وأصبحت المفاهيم والمسائل المتعلقة بالبيئة والتنمية أكثر وضوحاً.وصار من المعترف به الآن ان البلدان ذات التجارب المختلفة في التنمية الاقتصادية قد تضع أولويات خاصة مختلفة داخل النطاق الشامل لحماية البيئة وتحسينها.وبالمثل تزايد الاعتراف بان مشكلات حماية البيئة وتحسينها كثيراً ما تتخطى الحدود الوطنية.لا شك ان ذلك يشاهد بوضوح فيما يتعلق بمشكلات التلوث عبرالحدود للموارد الطبيعية المشتركة، وفي انتقال المواد الضارة بيئياً عن طريق التجارة.والأهم من هذا أساساً،فان القول بضرورة اعتبار ان موارد هذا الكوكب والطاقات الاستيعابية لأنظمة البيئة محدودة، بدأ يلقي قبولاً، وجعل البشرية تتطلع إلى تحسين البيئة كمنظار عالمي.

وبالتوازي مع هذه التغيرات في التفكير بشأن البيئة، فان مفهوم التنمية ذاته بدأ يتعرض للتغيير.فقد ابتعدت التنمية عن تركيزها الضيق السابق على نمو نصيب الفرد من الناتج القومي الإجمالي، لتتخذ معنى أكثر شمولاً وواقعية يشمل التحسين المستمر في نوعية الحياة، والقضاء على الفقر المدقع، والمشاركة في مكاسب التنمية. وصار مفهوم حماية البيئة يتجه إلى الحفاظ على الأنظمة البيئية وحمايتها من التلوث من مختلف المصادر التي أصبحت تكون مشاكل عديدة ومتعددة و تؤدي إلى تدهور الأنظمة البيئية ومواردها كما يتجه هذا المفهوم إلى حماية البيئة من الاستنزاف أو الانقراض.على الرغم من الأهمية التي يحتلها هذا المفهوم فان ثمة اتجاهات قد استجدت على واقع حماية البيئة انطلاقاً من دراسة المشكلات البيئية خاصةً تلك المتعلقة برصد وتقييم المشاريع التنموية والصناعية أو الحيوية الأخرى ذات العلاقة بتلبية متطلبات واحتياجات الحياة على الأرض والتي ربما تتحول هي الأخرى إلى مصدر من مصادر إنتاج مشكلات بيئية أخرى تعمل على تلويث الأنظمة البيئية المختلفة كالماء والهواء والتربة و في استنزاف مواردها الطبيعية مثل الماء والطاقة.

وعلى هذا النحو تبرز العلاقة بين البيئة والتنمية وهي العلاقة التي أدت إلى توافق بينهما بعد تعارض، وهو ذلك التوافق الذي تم بين الأخصائيين البيئيين والتنمويين انطلاقاً من مفهوم التنمية المستدامة. فبعد أن اعتبر الأخصائيين في التنمية إن المبالغة في الاهتمام بالبيئة قد يكون من شأنه إعاقة حركة التنمية وحصر نموها،اتضح لهم فيما بعد أن مراعاة الاعتبارات البيئية يدخل في إطار متطلبات التنمية خاصة بعد أن امتدت المشكلات البيئية إلى إعاقة حركة التنمية والإضرار بمواردها التي يعتمدون عليها في العمليات التنموية وبالتالي تجب مراعاة تلك الاعتبارات البيئية في خططهم ومشاريعهم التنموية من خلال ما أصبح يعرف بمفهوم تقييم الأثر البيئي للمشروعات، و تقييم الأثر

البيئي يجب أن تتم فيه مراعاة الظروف البيئية في المشاريع حتى لا تنتج عنها أضرار بالموارد و الأنظمة في الحاضر أو في مرتباتها المستقبلية.

من المؤكد ان التنمية مسألة هامة وحيوية لكافة البلدان والشعوب، بما تحمله وتحققه من نهوض اقتصادي واجتماعي وثقافي. غير أنه يعزى للتنمية الكثير من التخريب الحاصل في البيئة. وإذا كانت التنمية مسألة نهوض وتقدم، فان البيئة مسألة حياة ومصير، ومن المهم صياغة معادلة متوازنة، تحقق التنمية، وتحمي البيئة، في اَن واحد.ذلك أنه من غير الجائز للتنمية ان تهدد التوازن البيئي،أو تدمر الموارد الطبيعية، أو أن تلوث المكونات الأساسية للبيئة من ماء وهواء وتربة.وفي الوقت ذاته لا يجوز الوقوف في وجه مشاريع التنمية باسم المحافظة على البيئة.إن المعادلة المطلوبة، وباختصار، هي ان نحقق التنمية بلا تدمير للبيئة. . لذلك فإن المفهوم الحديث للتنمية بات يقترن بمفهوم حماية البيئة، مما يشكل إنجازاً هاماً لصالح البشرية .

واليوم،فإن مفهومي البيئة والتنمية لا يمكن فصلهما، بل يعتبران مرتبطان ارتباطاً لا يقبل التجزئة لأن التنمية لا يمكن ان تستمر على قاعدة موارد بيئية متدهورة، كما لا يمكن حماية البيئة وإهمال الأمور التنموية. ومن الضروري بمكان التركيز على انه لا يمكن لأي جهة أو هيئة دولية أو محلية معالجة كل من هاتين المسألتين على حده بمؤسسات وسياسات جزئية، بل على العكس، يجب النظر على أنهما مرتبطتان في شبكة معقدة من الأسباب والنتائج. فلا يمكن باسم المحافظة على البيئة ان نقف في وجه مشاريع التنمية، كما لا يمكن ان نعزو التلوث إلى التنمية العقلانية، التي تراعي متطلبات الحفاظ على البيئة. ولكن المطلوب ان نحقق التنمية بلا تدمير للبيئة الإنسانية .

الأنماط البديلة:

وهكذا،أصبحت القضية، بعد توضيح العلاقة بين التنمية والبيئة، هي إيجاد أنماط إنمائية بديلة تضمن استمرار التنمية بدون إحداث تدهور بيئي. وطرأ تغير كبير على التفكير الإنمائي، فظهرت سلوكيات ومصطلحات جديدة، مثل:" الأنماط البديلة في التنمية"، التنمية الإيكولوجية"، التنمية بدون تدمير"، " التنمية المستدامة"، وغيرها، تعبيراً عن إدراك أن التنمية والبيئة مسألتان مترابطتان ترابطاً وثيقاً، وتدعم إحداهما الأخرى،والتحسن الذي يحصل للأولى يحصل للثانية، وتحسن وتطور المسالتين يعود بالمنفعة والخير على الإنسان والمجتمع.ومن هذا المنطلق تعزز مبدأ " الوقاية خير من العلاج!" للتعامل مع القضايا البيئية الآخذة في الظهور،وبموازاة ذلك تحتم سلوك طريق التغيرات الجذرية في التخطيط للتنمية، بإدماج الأبعاد البيئية في عمليات التخطيط والإنشاء، عبر اعتماد مبدأ تقييم الآثار البيئية للمشاريع والمنشآت وممارسته على الدوام، إلى جانب التدقيق،والمراجعة، وإعادة التقييمات، لتعزيز الإيجابيات ولتلافي المشكلات البيئية قبل حدوثها. وبذا أصبحت مشكلة البيئة والتنمية مشكلة المجتمع كله، الأمر الذي يتطلب العمل من قبل جميع أفراد المجتمع ومؤسساته على إحداث تغييرات في السلوكيات لترشيد استخدام الموارد الطبيعية المختلفة، وحماية البيئة من التلوث، وصون الطبيعة والحياة البرية، والحفاظ على الملكية العامة، واحترام حقوق الآخرين في العيش في بيئة هادئة ونظيفة !

الفصل الخامس
علم الأحياء الاجتماعي

علم الأحياء الاجتماعي فرع من فروع علم الاجتماع يقوم بدراسة الأسس . الأحيائية أو البيولوجية . للسلوك الاجتماعي للإنسان والحيوانات الأخرى. ويحأول علماء الاجتماع تحديد وظائف الأنماط المختلفة من السلوك في حياة الحيوان. ويَسْعوْن إلى اكتشاف كيفية نشأة العدوانية والاتصال بالناس والأنواع الأُخرى من السلوك الاجتماعي وتغَيُّرها عبر الأجيال التي لا تحصى.

وقد تمت دراسة السلوك الاجتماعي على نحو تقليدي عن طريق خبراء في مجالات علم السلوك الحيواني وعلم الإنسان وعلم النفس وعلم الاجتماع.

ويستفيد علماء الأحياء الاجتماعي من معلومات وأفكار هذه المجالات. ولكنهم في المقام الأول يدرسون السلوك الاجتماعي في ضوء النظريات الحديثة في علم الوراثة والنشوء. وعلم الأحياء الاجتماعي هذا مبني على النظرية القائلة بأن العملية الرئيسية للحياة هي صراع المورثات لإعادة بناء نفسها، وطبقًا لهذه النظرية فإن الكائن الحي يرث الميل لاكتساب أنواع معينة من السلوك. وهذه الأنماط من السلوك تزيد من فرص الحيوان لنقل مورثاته للأجيال القادمة.

ويعتقد علماء علم الأحياء الاجتماعي أن الحيوان يُمْكنِه أن ينقل مورثاته ليس عن طريق إعادة إنتاجها فحسب ولكن أيضًا بمساعدة المخلوقات ذات الصلة، مثل الإخوان والأخوات، على البقاء وإعادة الإنتاج. فمثلاً، النحلة الشغَّالة قد تقوم بلسع أي دخيل وذلك لحماية الخلية. وعملية اللَّسع تقتل النحلة الشغَّالة ولكنها تحمي النحلة الملكة التي لديها العديد من المورثات نفسها. وستقوم الملكة بنقل هذه المورثات إلى ذريتها. وقد اكتشف علماء الأحياء الاجتماعي أنه كلما زاد الاحتمال في أن يقوم

أحدهما بالتضحية بنفسه في سبيل حماية الآخر توثقت المورثات من جيل إلى جيل آخر.

ويعتقد بعض هؤلاء العلماء أن سلوك التضحية بالنفس عند الإنسان قد يكون له أيضًا أصل وراثي .ويُجَادل بعض المتخصصين في علم الأحياء الاجتماعي بأن تفسير علماء الأحياء الاجتماعي للسلوك الاجتماعي عند الحيوان، لا يمكن تطبيقها على السلوك الاجتماعي للإنسان. وقد أشار هؤلاء النقاد إلى أن السلوك عند الإنسان، بعكس السلوك عند الحيوان، متغير بشكل كبير ويتأثر بعدة مؤثرات ثقافية وبيئية. ويدرك علماء علم الأحياء الاجتماعي أهمية تلك المؤثرات. والطبيعة المتنوعة والمتغيرة للبشر تحد من قدرة علماء الاجتماع على صياغة نتائج ثابتة؛ لذا فإن العديد من دراسات علم الاجتماع أقل دقة من دراسات العلوم الطبيعية وعلوم الأحياء.

اكتشاف البروتين المسئول عن رغبة تعدد الزوجات

توصل فريق للبحث العلمي في الولايات المتحدة إلى تحديد أسباب تعدد الزوجات عند فئران المراعي عن طريق زيادة إفراز نوع من البروتينات تجعل الفأر يكتفي بعلاقة مع أنثى واحدة طوال حياته.

قد قامت الدكتورة ميراندا ليم وفريقها من جامعة إيموري بزرع أحد الجينات في دماغ فأر المراعي حث على زيادة إفراز هذا النوع من البروتين، في دراسة نشرت بالعدد الأخير من مجلة نيتشر.

وكان الفريق قد عكف على فحص أدمغة نوعين من الفئران أحدهما يحتفظ بأنثى واحدة طوال حياته وهو فأر البراري، في حين تتعدد العلاقات عند فأر المراعي عبر مراحل حياته.

وتوصل الفريق إلى أن أدمغة فئران البراري تحتوي على نسبة أعلى من أحد البروتينات التي تستقبل هرمون "فازوبريسين" الذي تفرزه الغدة النخامية في جزء له علاقة بالشعور بالإشباع والتعود. وتسهم مستقبلات هرمون فازوبريسين في تنظيم السلوك الاجتماعي وفي اختيار الأليف.

ثم قام الباحثون بإدخال فيروس يحمل جينا يحوي بدوره شيفرة إنتاج البروتين الذي يعمل كمستقبلات هرمون فازوبريسين داخل أدمغة فئران المراعي مباشرة.

وعندما تمت ملاحظة سلوك فئران المراعي المحورة (جينيا) خلال الأيام التالية لوحظت زيادة مستقبلات هرمون فازوبريسين في أدمغتها مع تعريضها لإناث من جنسها. فكان سلوك فئران المراعي المحورة يشبه سلوك فئران البراري (أحادي الزوجية)، حيث اقتربت من أليفاتها القديمة ولم تبحث عن أليفات جديدة، كما كانت تفعل سابقا.

وفسر الباحثون ذلك بأن تزايد مستقبلات هرمون فازوبريسين قد استحث لدى فأر المراعي الشعور بالإشباع نتيجة نجاحه في تكوين علاقة مستمرة مع أليفة واحدة.

وهذه هي المرة الأولى التي يتم فيها إثبات أن بالإمكان تحوير السلوك الاجتماعي لأحد الأحياء بتأثير مورّث واحد فحسب، حيث كان الاعتقاد السائد هو أن السلوك الاجتماعي ينشأ من أثر مجموعة كبيرة من المورثات.

ويعتقد الباحثون أن هناك آلية مماثلة في كيمياء أدمغة الرجال. وسواء تأكد ذلك علميا أو لم يتأكد، فإن هذا الاكتشاف قد يؤدي إلى فهم أفضل لكيفية تكوين البشر للعلاقات الاجتماعية.

ويؤمل أن يساعد هذا الاكتشاف على إيجاد علاج لمرض التوحد الذي يحدث اضطرابا شديدا لقدرة الإنسان على تكوين العلاقات الاجتماعية. علم الأحياء أوالبيولوجيا(بالإنجليزية)Biology: من اليونانية، Bios حياة وLogos الحياة.

هو علم دراسة الكائنات الحية من حيث بنيتها، وتغذيتها، وتكاثرها، طبيعتها، وصفاتها، وأنواعها، والقوانين التي تحكم طرق عيشها وتطورها وتفاعلها مع وسطها الطبيعي.

وعلم الأحياء واسع جدا وينقسم لعدة فروع من أهمها علم الكائنات المجهرية وعلم الحيوان وعلم النبات وكذلك علم وظائف الأعضاء والكيمياء الحيوية وعلم البيئة. ومع ترقي هذا العلم، منذ القرن التاسع عشر، صار ذو صلات وثيقة بالعلوم أخرى، النظرية منها والتطبيقية، مثل الطب والصيدلة ومجالات تقنية أخرى تلبي إحتياجات الإنسان الضرورية والمستمرة.

وهكذا صرنا اليوم لا نتحدث عن علم بل علوم الحياة بالإنجليزية Life): (Sciences يتعامل علم الأحياء مع دراسة كافة أشكال الحياة .

حيث يهتم بخصائص الكائنات الحية وتصنيفها وسلوكها ، كما يدرس كيفية ظهور هذه الأنواع إلى الوجود والعلاقات المتبادلة بين بعضها البعض و بينها وبين بيئتها . لذلك فإن علم الأحياء يحتضن داخله العديد من التخصصات والفروع العلمية المستقلة. لكنها جميعا تجتمع في علاقتها بالكائنات الحية) ظاهرة الحياة (على مجال واسع من الأنواع والأحجام تبدأ بدراسة الفيروسات والجراثيم ثم النباتات والحيوانات ، في حين تختص فروع أخرى بدراسة العمليات الحيوية داخل الخلية مثل الكيمياء الحيوية إلى فروع دراسة العلاقات بين الحياء والبيئة في علم البيئة.

على مستوى العضوية ، تأخذ البيولوجيا على عاتقها دراسة ظواهر الولادة ، والنمو ، والشيخوخة aging ، والموت death وتحلل الكائنات الحية، ناهيك عن دراسة التشابه بينالأجيال offspring وآبائهم) وراثة(heredity) كما يدرس أيضا ازهرار النباتات و غيرها من الظواهر حيرت الإنسانية خلال التاريخ.

ظواهر أخرى مثل إفراز الحليب lactation ، metamorphosis، ووضع البيض ، والتشافي healing ، والانتحاء . Tropism وضمن مجالات أوسع يدرس علماء الأحياء تهجين الحيوانات والنباتات، إضافة للتنوع الهائل في الحياة النباتية والحيوانية والتنوع الحيوي biodiversity, والتغير في الكائنات الحية عبر الزمن والتطور ونظرية التطور وظاهرة انقراض بعض الأحياء ، أو ظهور الأنواع الجديدة Speciation، وكذلك دراسة السلوك الاجتماعي بين الحيوانات ، الخ. ..

يضم علم الأحياء علم النبات الذي يختص بدراسة النباتات في حين يختص علم الحيوان بدراسة الحيوانات أما الأنثروبولوجيا فيختص بدراسة الكائن البشري . وأما على المستوى الجزيئي ، فتدُرس الحياة ضمن علم الأحياء الجزيئي ، والكيمياء الحيوية و علم الوراثة الجزيئي. وعلى المستوى التالي ألا وهو الخلية فهو يُدرس في علم الأحياء الخلوي.

وعند الانتقال إلى مستوى عديدات الخلايا multicellular ، يظهر لدينا علوم مثلا لفيزيولوجيا والتشريح وعلم النسج . أما علم أحياء النمو Developmental biology فهو يدرس الحياة في مستوى تطور ونمو الكائنات الحية المفردة أو ما يدعى .ontogeny وأما عندما ننتقل إلى أكثر من عضوية واحدة ، يبرز علم الوراثة الذي يدرس كيف تعمل قوانين الوراثة heredity بين الآباء والأنسال. و يدرس علم الإيثولوجيا Ethology سلوك المجموعات الحيوانية . أما علم الوراثة

التجمعيPopulation genetics فيأخذ بعين الاعتبار كامل تجمّع الفئات population أما النظاميات فتدرس مجالات متعددة الأنواع من الذراري lineage أنواع من أصل مشترك . (المجموعات الحيوية المترابطة بعلاقات ومواطنها تدرس في إطار علم البيئة وعلم الأحياء التطوري . evolutionary biology أحد أحدث العلوم البيولوجية حاليا هو علم الأحياء الفلكي(astrobiology أو xenobiology)الذي يدرس إمكانية وجود حياة خارج كوكب الأرض.